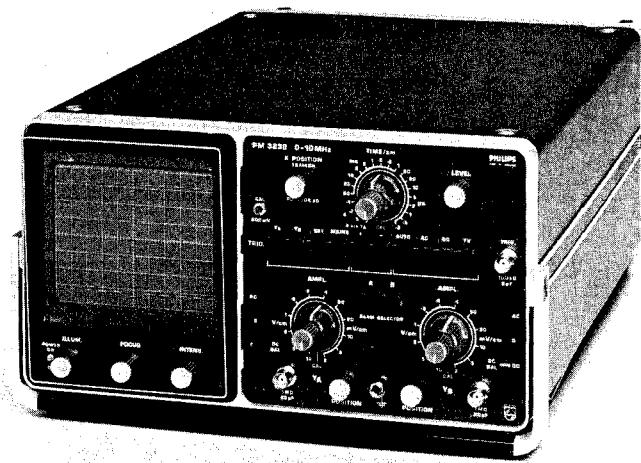


PHILIPS



Gebrauchsanleitung

10-MHz-Zweistrahloszilloskop **PM 3232**

10-MHz-Zweistrahloszilloskop mit Verzögerungskabel **PM 3233**



Inhaltsverzeichnis

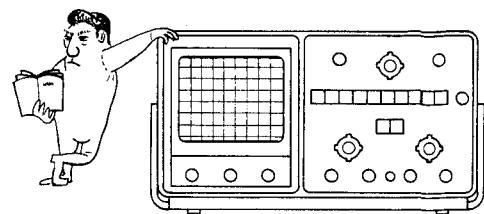
1.	ALLGEMEINE INFORMATIONEN	5
1.1.	Einleitung	5
1.2.	Technische Daten	6
1.3.	Zubehör	10
1.4.	Beschreibung des Blockschaltbildes	15
2.	GEBRAUCHSANLEITUNG	18
2.1.	Inbetriebnahme	18
2.1.1.	Abnehmen und Aufsetzen des Deckels	18
2.1.2.	Netzspannungseinstellung und Sicherungen	18
2.1.3.	Anschluss an eine externe Gleichspannungsquelle	19
2.1.4.	Erdung	19
2.1.5.	Einschalten	20
2.2.	Bedienungsanleitungen	21
2.2.1.	Bedienungsorgane und Buchsen	21
2.2.2.	Grundeinstellungen	23
2.2.3.	Eingänge Y_A und Y_B und ihre Möglichkeiten	23
2.2.3.1.	$Y-T$ -Messungen	23
2.2.3.2.	$X-Y$ -Messungen	23
2.2.3.3.	Funktion des Schalters AC-0-DC	23
2.2.4.	Triggerung	24
2.2.4.1.	Allgemeines	24
2.2.4.2.	Triggerkopplung	24
2.2.4.3.	Triggerpegel	24
2.2.4.4.	Automatische Triggerung	24
2.2.4.5.	Externe Triggerung	24
2.2.4.6.	Triggerung mit Netzfrequenz	25
2.2.4.7.	Triggerung mit Fernsehsignalen	25
2.2.5.	Drehung der Zeitablenkung	25
2.2.6.	Helligkeitsmodulation	25
2.3.	Anwendungsbeispiele	26
2.3.1.	Spannungsmessungen	26
2.3.1.1.	Messung des Spitz-Spitze-Wertes	26
2.3.1.2.	Messung des Augenblickswertes einer Spannung	27
2.3.2.	Zeit- und Frequenzmessungen	28
2.3.2.1.	Zeitmessungen	28
2.3.2.2.	Messung der Anstiegszeit	29
2.3.3.	Phasenmessungen	30
2.3.4.	$X-Y$ -Messungen	30
2.3.4.1.	Darstellung einer Hysteresisschleife	30
2.3.4.2.	Darstellung einer Diodenkennlinie	31

2.4.	Einige Grundbegriffe	32
2.4.1.	Definitionen	32
2.4.2.	Driftspannungskompensation	34
2.4.3.	Serien- und Parallelgegenkopplung	36
2.4.4.	Die Zweistrahlröhre	36
2.4.5.	Inbetriebnahme eines unterkühlten Gerätes	36
2.5.	Kurze Prüfanleitung	37

Bildverzeichnis

Abb. 1.1.	Zweistrahloszillograf	5
Abb. 1.2.	Blockschaltbild	13
Abb. 2.1.	Vorderansicht mit Bedienungsorganen und Buchsen	17
Abb. 2.2.	Rückansicht mit Buchsen	18
Abb. 2.3.	Rückansicht mit Sicherung VL802	19
Abb. 2.4.	Messung des Spitze-Spitze-Wertes einer Spannung	26
Abb. 2.5.	Messung des Augenblickswertes einer Spannung	27
Abb. 2.6.	Zeitmessung	28
Abb. 2.7.	Messung der Anstiegszeit eines Signals	29
Abb. 2.8.	Darstellung einer Hysteresisschleife, angenähertes Verfahren	30
Abb. 2.9.	Darstellung einer Hysteresisschleife, genaues Verfahren	31
Abb. 2.10.	Darstellung einer I_A - U_A -Kennlinie einer Germaniumdiode	31
Abb. 2.11.	Frequenzkennlinie	32
Abb. 2.12.	Anstiegs- und Abfallzeit eines Impulses	32
Abb. 2.13.	Überschwingen	33
Abb. 2.14.	Dachschräge	33
Abb. 2.15.	Nachschwingen	33
Abb. 2.16.	Vorschwingen	33
Abb. 2.17.	Abrundung	33
Abb. 2.18.	Impulsdauer	34
Abb. 2.19.	Blockschaltbild der Driftkompensation	34
Abb. 2.20.	Verstärker mit Serien- und Parallelgegenkopplung	36
Abb. 2.21.	Abgleichelernente	39
Abb. 2.22.	Abgleichelemente	40
Abb. 2.23.	Abgleichelemente (PM 3232)	40

1. Allgemeine Informationen



1.1. Einleitung

Die 10-MHz-Zweistrahl-Oszilloskopen PM 3232 und PM 3233 sind für allgemeine Laborarbeiten, den Service und für Unterrichtszwecke vorgesehen.

Beide Y-Verstärker besitzen eine driftarme und voll überlastungsgeschützte Eingangsschaltung mit Feldeffekttransistoren. Alle Schaltungen sind voll transistorisiert. Die Transistoren stecken in Fassungen, damit sie nötigenfalls schnell ersetzt werden können.

Das Gerät besitzt eine vollautomatische Triggerschaltung für Zeilen- und Bildsynchroimpulse eines Fernsehsignals.

Der Oszilloskop kann mit Netzspannung oder einer externen Gleichspannung betrieben werden.

Die beiden Geräte PM 3232 und PM 3233 sind vollkommen identisch, mit der Ausnahme allerdings, dass der Oszilloskop PM 3233 mit einer Signalverzögerungseinheit ausgerüstet ist.

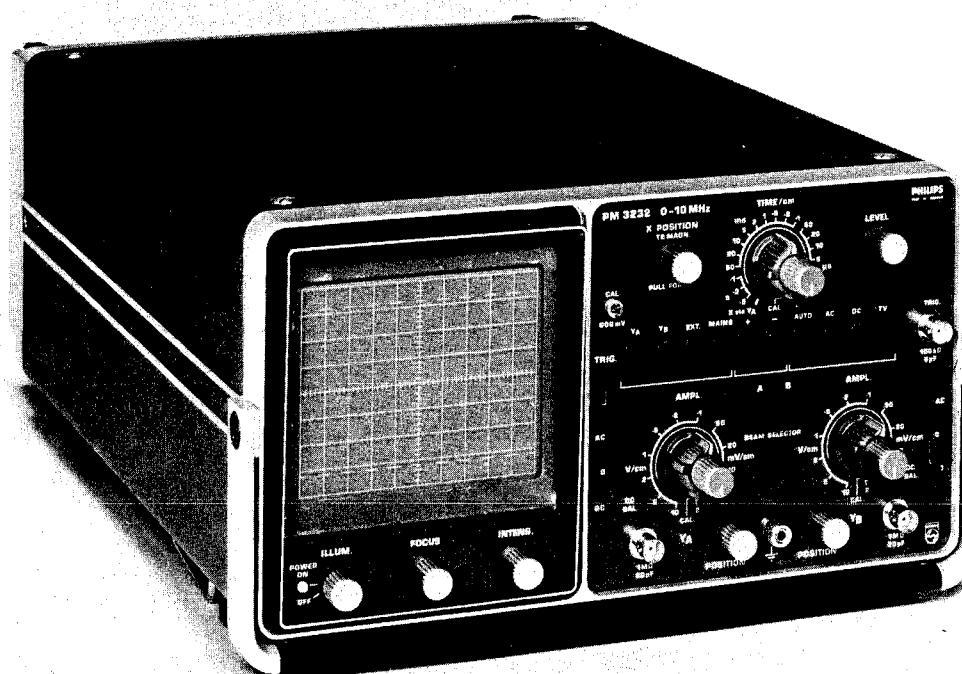


Abb. 1.1. Zweistrahl-Oszilloskop

1.2. Technische Daten

Zahlenwerte mit Toleranzangabe werden bei den nominalen Netzspannungen garantiert. Zahlenwerte ohne Toleranzangabe sind Durchschnittswerte und dienen nur zur Information.

BENENNUNG	BESCHREIBUNG	NÄHERE ANGABEN
1.2.1. Elektronenstrahlröhre		
Typ	PHILIPS E14-100	Spaltstrahlröhre (split-beam) mit Netz, Nachbeschleunigungselektrode und metallhinterlegtem Leuchtschirm.
Ausnutzbare Schirmfläche	80 x 100 mm	
Schirmtyp	P31 (GH)	Für P7 (GM) Bestellnummer PM 3232G
Gesamte Beschleunigungsspannung	10 kV	
Überlappung der beiden Systeme	100 %	Sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung
Raster	Extern, abnehmbar	Stufenlos einstellbare Beleuchtung
Gravierung	Zentimetereinteilung mit Unterteilung von 2 mm an den mittleren Achsen. Gestrichelte Linien bei 10 % und 90 % des Messrasters.	Fläche 80 x 100 mm
1.2.2. Y-VERSTÄRKER		
1.2.2.1. Kennlinie		
Frequenzgang	d.c. ... 10 MHz 2 Hz ... 10 MHz	-3 dB, Gleichspannungskopplung -3 dB, Wechselspannungskopplung
Anstiegszeit	35 ns	
Überschwingen	max. 2 %	Gemessen mit einem Testimpuls mit einer Anstiegszeit von 1 ns bei einer Ablenkung von 6 cm und einer Frequenz von 1 MHz
1.2.2.2. Ablenkkoefizienten	2 mV/cm ... 10 V/cm	Zwölf kalibrierte Stellungen, Folge 1-2-5. Dazwischen stufenlos 1 : $\geq 2,5$ einstellbar
1.2.2.3. Fehlergrenze	$\pm 3\%$ $\pm 5\%$	Im Bereich $+5^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$ Im Bereich $-10^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$
1.2.2.4. Maximal zulässige Eingangsspannung	$\pm 400\text{ V}$	Gleichspannung + Spitzenwert einer Wechselspannung

BENENNUNG	BESCHREIBUNG	NÄHERE ANGABEN
1.2.2.5. Instabilität des Leuchtflecks		
Langzeitdrift = Kurzzeitdrift	0,25 cm/h	Typischer Wert
1.2.2.6. Vertikale Strahlverschiebung	16 cm	
1.2.2.7. Dynamischer Bereich	24 cm	Spitze-Spitze-Wert der Amplitude von Sinusspannungen; über 3 MHz vernachlässigbare Verzerrungen
1.2.2.8. Eingangsimpedanz	1 MΩ/20 pF	
1.2.2.9. Eingangszeitkonstante	0,1 s	Kopplungsschalter auf AC
1.2.2.10. Sichtbare Signalverzögerung	≥ 40 ns	nur für PM 3233
1.2.3. X-Y-BETRIEB	X über Y _A	5fache Dehnung ausser Betrieb
Horizontal	d.c. ... 1 MHz	
Frequenzbereich	2 Hz ... 1 MHz	
Phasenverschiebung	5°	Bei 100 kHz
Zusätzlicher Fehler für Y _A -Kanal	± 2 % ± 3 %	Von +5 °C ... +40 °C Von -10 °C ... +55 °C
1.2.4. ZEITABLENKUNG		
1.2.4.1. Ablenkkoefizienten	0,5 s/cm ... 0,2 μs/cm	20 geeichte Stufen, Folge 1-2-5. Dazwischen stufenlos einstellbar 1 : ≥ 2,5.
1.2.4.2. Fehler des Zeitmaßstabes	± 5 %	Von -10 °C ... +55 °C
1.2.4.3. Dehnung		
Faktor	5x	Geschaltet, kalibriert
Zusätzlicher Fehler	± 2 % ± 3 %	Von +5 °C ... +40 °C Von -10 °C ... +55 °C
1.2.4.4. Ausgangsspannung des Zeitablenkgenerators		
Ausgangsspannung	300 mV	Mit 50-Ω-Abschluss
EMK (Leerlaufspannung)	6 V _{ss} (-2 V bis +4 V)	Ein Kurzschluss dieser Buchse hat keine Rückwirkungen auf die Ablenkkoefizienten
1.2.4.5. Verschiebebereich	Der Anfang und das Ende der Zeitablenklinie können sichtbar gemacht werden.	

BENENNUNG	BESCHREIBUNG	NÄHERE ANGABEN
1.2.5. TRIGGERUNG		
1.2.5.1. Triggerquelle	Intern: Kanal Y _A , Kanal Y _B oder Netzfrequenz Extern	
1.2.5.2. Triggerempfindlichkeit	Intern ≤ 1 cm bei 10 MHz Extern ≤ 1 V _{ss} bei 10 MHz	Für Sinusspannungen
1.2.5.3. Eingangsimpedanz	100 k Ω //5 pF	
1.2.5.4. Maximal zulässige Eingangsspannung	± 400 V	Gleichspannung + Spitzenwert einer Wechselspannung
1.2.5.5. Triggerauslösung	Automatisch oder normal	
1.2.5.6. Pegelbereich	Entsprechend der Strahlhöhe 24 cm 24 V	Bei automatischer Triggerung Bei normaler Triggerung Extern
1.2.5.7. Triggerfrequenzbereich	10 Hz ... 10 MHz d.c. ... 10 MHz 20 Hz ... 10 MHz	Wechselspannungskopplung Gleichspannungskopplung Wechselspannungskopplung bei automatischer Triggerung
1.2.5.8. Triggerflanke	+ oder -	
1.2.5.9. Triggerung mit Fernsehsignalen		Vollautomatisch; Pegeleinstellung ausser Betrieb
	Rasterfrequenz	Mit den Stellungen 50 μ s/cm ... 0,5 s/cm gekoppelt
	Zeilenfrequenz	Mit den Stellungen 0,2 μ s/cm ... 20 μ s/cm gekoppelt
Triggerempfindlichkeit	1 cm Synchronisierimpulse	
1.2.6. HELLIGKEITSSTEUERUNG		
Austastspannung	$\geq +20$ V	Wechselspannungsgekoppelt
Eingangswiderstand	≥ 47 k Ω	
Frequenzbereich	20 Hz ... 1 kHz	
Eingangsspannung	max. ± 400 V	Gleichspannung + Spitzenwert einer Wechselspannung
1.2.7. KALIBRIERGENERATOR		
Typ	Rechteckgenerator	
Ausgangsspannung	600 mV _{ss}	
Fehlergrenze	± 1 %	Von +5 °C ... +40 °C
Frequenz	ca. 2 kHz	

<i>BENENNUNG</i>	<i>BESCHREIBUNG</i>	<i>NÄHERE ANGABEN</i>
1.2.8. BETRIEBSBEDINGUNGEN		
1.2.8.1. Stromversorgung	Gleich- oder Wechselstrom	
Nominaler Spannungsbereich	Wechselspannungen 90 V ... 140 V 180 V ... 265 V Gleichspannung 22 V ... 30 V	
Nominaler Frequenzbereich	46 bis 400 Hz	
1.2.8.2. Umgebungstemperaturen		
Die technischen Daten werden eingehalten von	+5 °C ... +40 °C	
Zugelassener Betriebstemperaturbereich	-10 °C ... +55 °C	
Lagerung und Transport	-40 °C ... +70 °C	
1.2.8.3. Betriebslage	Beliebig	
1.2.9. ANWÄRMZEIT		
	5 min.	Bei konstanten Umgebungsbedingungen (ohne Akklimationszeit; siehe auch Abschnitt 2.4.5.).
1.2.10. LEISTUNGSAUFGNAHME		
	40 VA bei 220 V≈ 20 W bei 24 V=	Stromaufnahme 0,85 A
1.2.11. NETZ-STÖRGRAD		
	Das Gerät erfüllt die Anforderungen nach VDE Störgrad K	
1.2.12. MECHANISCHE DATEN		
Ausführung	Transportabel	
Abmessungen	Tiefe 503 mm Breite 326 mm Höhe 185 mm	Einschliesslich Frontdeckel Einschliesslich Handgriffe Einschliesslich Füsse
Gewicht	ca. 9,5 kg	
1.2.13. KÜHLUNG		
	Natürliche Luftzirkulation	
1.2.14. ERSATZ VON BAUELEMENTEN		
	Normale Serientypen, Transistoren steckbar	

1.3. Zubehör

1.3.1. STANDARDZUBEHÖR

- 1 Frontdeckel mit Aufbewahrungsraum für zwei Spannungsteiler-Messköpfe und zwei Adapter BNC – 4 mm
- 2 Adapter BNC – 4 mm PM 9051
- 1 Gebrauchsanleitung

1.3.2. WAHLZUBEHÖR

- Spannungsteiler-Messköpfe (10 : 1): PM 9326 oder PM 9327
- Spannungsteiler-Messköpfe (10 : 1): PM 9336 oder PM 9336L
- Messkopf (1 : 1) : PM 9335
- 2 kV Spannungsteiler-Messkopf (100 : 1): PM 9358
- Satz Miniaturmesskopfpinzetten : PM 9333
- Mehrzweck-Registrierkamera : PM 9380
- Adapter (Oszilloskop/Kamera) : PM 9379

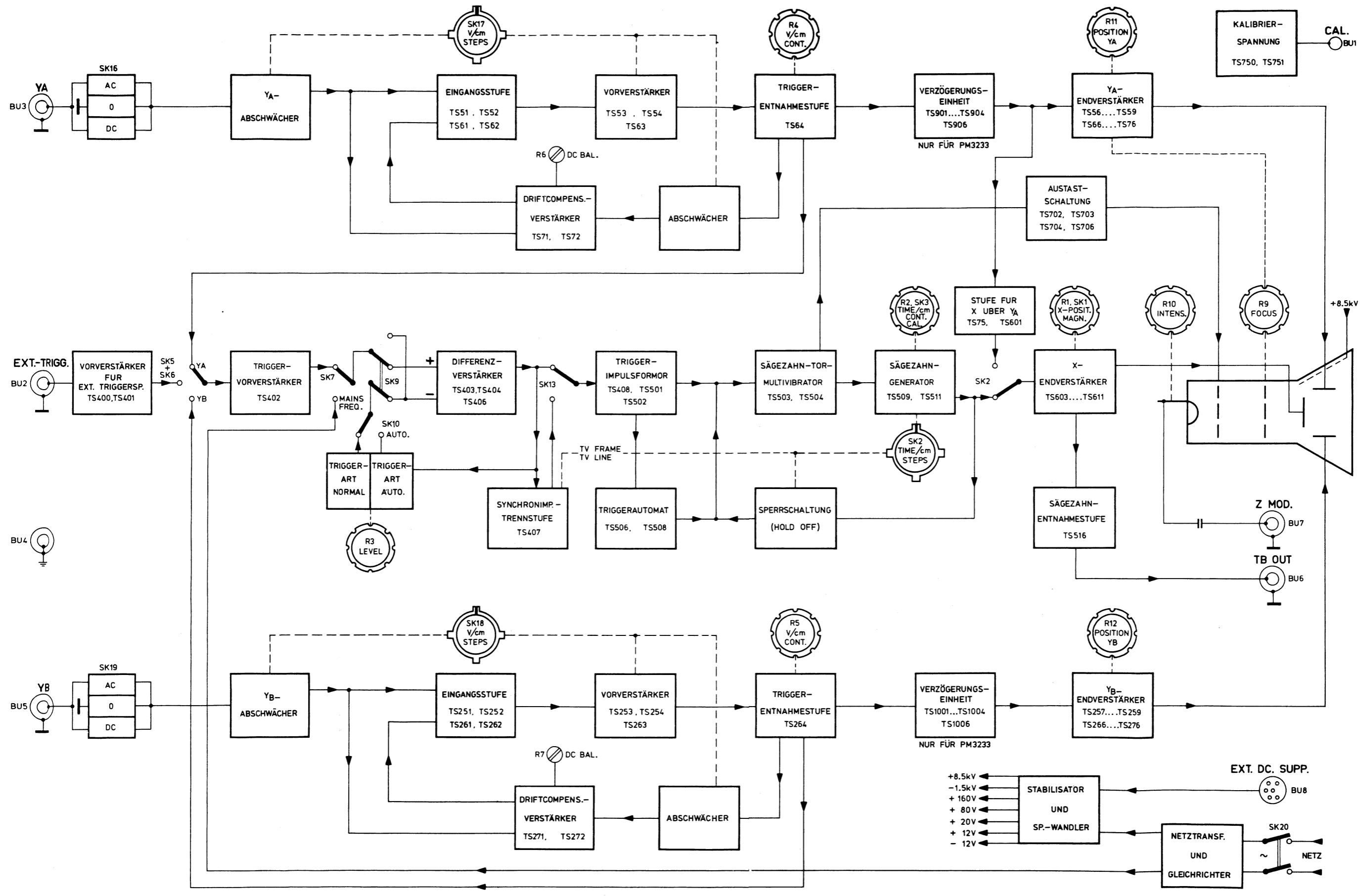


Abb. 1.2. Blockschaltbild

1.4. Beschreibung des Blockschaltbildes

1.4.1. Y-ACHSE

Die Oszilloskopen PM 3232 und PM 3233 besitzen zwei identische, gleichspannungsgekoppelte Y-Verstärker, mit denen zwei Signale gleichzeitig dargestellt werden können. Jeder Verstärker enthält einen Abschwächer, einen Quellenfolger mit Schutzschaltung, einen Vorverstärker, eine Driftkompensation, eine Triggerentnahmestufe und einen Endverstärker.

In Gerät PM 3233 befindet sich die Verzögerungsleitung zwischen der Triggerentnahmestufe und dem Endverstärker (für beide Kanäle Y_A und Y_B).

Die Schutzschaltung verhindert eine Beschädigung des Feldeffekttransistors in der Eingangsstufe durch zu hohe Eingangsspannungen.

Die Driftkompensationsschaltung reduziert die bei hochempfindlichen Verstärkern unvermeidliche Drift.

Die Triggerentnahmestufe liefert bei interner Triggerung ein Triggersignal an den Triggervorverstärker und koppelt außerdem das Signal an den Y-Endverstärker. Wenn das Gerät als X-Y-Oszilloskop verwendet wird, kann das Signal von Kanal Y_A an den X-Endverstärker angeschlossen werden. Vom Y-Endverstärker gelangt das Signal an die Y-Alenkplatten der Elektronenstrahlröhre.

Die Verzögerungsleitung gestattet die Wiedergabe der Vorderflanke schneller Vorgänge auf dem Bildschirm.

1.4.2. TRIGGERUNG

Das Triggersignal kann entweder einem Y-Verstärker, einer externen Quelle oder intern dem Netz entnommen werden. Letzteres ist nicht möglich, wenn das Gerät mit einer externen Gleichspannung betrieben wird. Das Triggersignal kommt an den Triggerimpulsformer, der eindeutige Triggerimpulse zum Starten des Zeitablenkgenerators liefert. Die Triggereinheit enthält außerdem eine Synchronimpulstrennstufe für Fernsehsignale, so dass auch mit diesen Signalen eine Triggerung möglich ist.

1.4.3. ZEITABLENKUNG

Der Zeitablenkgenerator ist ein Konstantstromintegrator und liefert zwei Ausgangsspannungen. Eine Sägezahnschaltung für den X-Endverstärker und die Ausgangsbuchse an der Rückseite des Gerätes und einen Torimpuls, der für die Hellastung der Elektronenstrahlröhre während der Ablenkung sorgt.

1.4.4. X-ACHSE

Der X-Endverstärker erhält sein Eingangssignal entweder vom Zeitablenkgenerator oder über den Y_A -Kanal von einer externen Spannungsquelle. Vom X-Verstärker gelangt das Signal an die horizontalen Alenkplatten der Elektronenstrahlröhre.

1.4.5. SCHALTUNG DER ELEKTRONENSTRAHLRÖHRE

Die Elektronenstrahlröhre ist eine Spaltstrahlröhre mit nur je einer Einstellung für die Helligkeit und die Fokussierung. Die Kathode der Elektronenstrahlröhre liegt über einen Kondensator an der Buchse für externe Helligkeitssteuerung. Die Hochspannungen für diese Röhre werden von einem Spannungswandler erzeugt, der auch die übrigen Speisespannungen liefert.

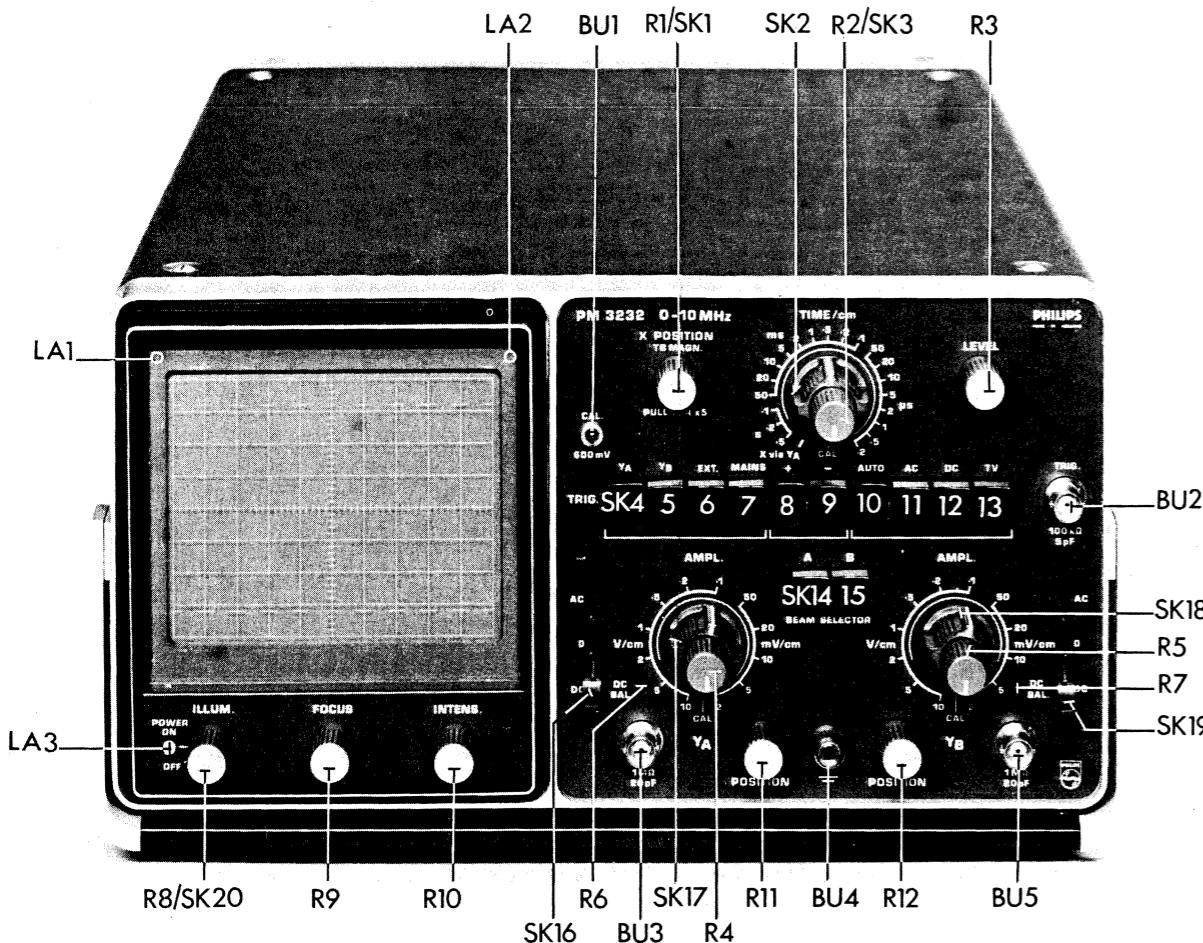
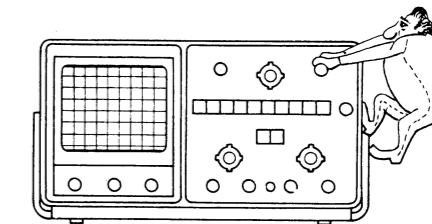


Abb. 2.1. Vorderansicht mit Bedienungsorganen und Buchsen

2. Gebrauchsanleitung



2.1. Inbetriebnahme

2.1.1. ABNEHMEN UND AUFSETZEN DES DECKELS

Abnehmen : – Den Knopf in der Mitte des Deckels eine viertel Umdrehung nach links drehen.
 – Den Deckel abnehmen.
 Aufsetzen : – Den Verriegelungsstift so ausrichten, dass er in den Schlitz in der Textplatte des Instruments passt.
 – Den Deckel an der Vorderseite des Oszillografen befestigen.
 – Den Knopf hineindrücken und eine viertel Umdrehung nach rechts drehen.

WARNUNG:

In diesem Gerät werden hohe Spannungen erzeugt. Deshalb sollte es niemals in geöffnetem Zustand eingeschaltet werden. Vor Wartungsarbeiten ist der Netzstecker zu ziehen oder die externe Spannungsquelle abzuklemmen und ist dafür zu sorgen, dass alle Hochspannung führende Teile entladen sind.

2.1.2. NETZSPANNUNGSEINSTELLUNG UND SICHERUNGEN

Vor dem Einschalten des Gerätes ist zu kontrollieren, ob das Gerät mit dem Spannungsumschalter an der Rückseite für die richtige Netzspannung eingestellt ist. Es können Spannungen von 100 V, 110 V, 127 V, 200 V, 220 V und 240 V eingestellt werden. Die gewählte Spannung ist durch eine Öffnung an der Rückseite des Gerätes sichtbar. Nach Abnehmen der Rückwand (drei Schrauben, Abbildung 2.2.) kann der Umschalter neu eingestellt werden. Hierzu ist er herauszuziehen und zu drehen, bis der gewünschte Wert oben steht. Dann den Umschalter wieder hineindrücken.

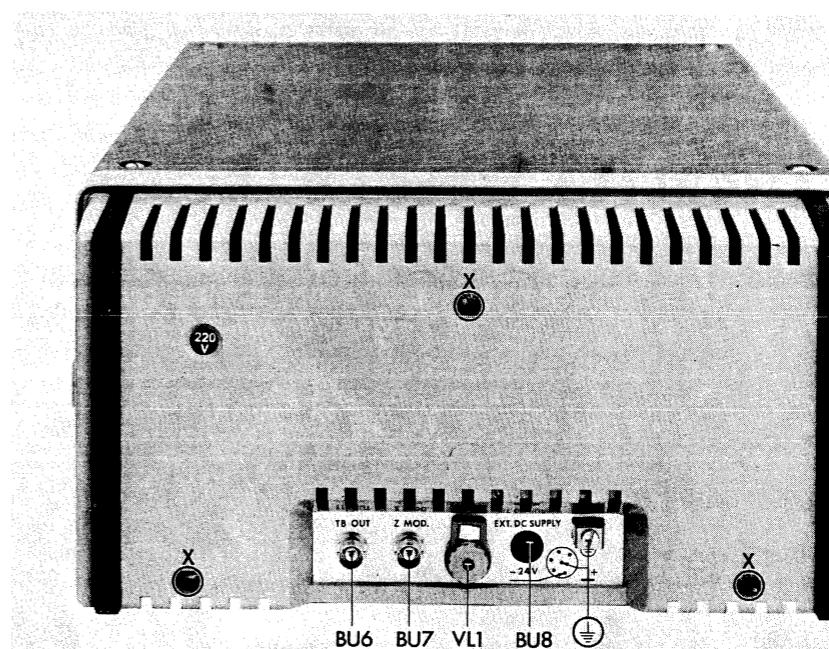


Abb. 2.2. Rückansicht mit Buchsen

In dem Sicherungshalter an der Rückseite sitzt normalerweise eine Sicherung von 250 mA, träge. Sollte das Gerät aber an eine Netzspannung unter 200 V angeschlossen werden, ist eine Sicherung von 500 mA einzusetzen. Prüfen, ob der Typ und der Stromwert der Sicherung stimmt. Die Verwendung reparierter Sicherungen oder das Kurzschiessen des Sicherungshalters ist verboten.

2.1.3. ANSCHLUSS AN EINE EXTERNE GLEICHSPANNUNGSQUELLE

Das Gerät kann an eine externe Gleichspannung von 22 bis 30 V angeschlossen werden; die Stromaufnahme beträgt 0,85 A. Diese Spannung ist an Buchse BU8 EXT. D.C. SUPPLY anzuschliessen. DER PLUSPOL DER SPANNUNG IST MIT ERDE ZU VERBINDELN, WIE ES IN DEM SCHALTBILD AN DER HINTEREN TEXTPLATTE ZU SEHEN IST, DA DER PLUSPOL DER STROMVERSORGUNG MIT DEM CHASSIS VERBUNDEN IST.

Bei einer falschen Polung der Spannungsquelle wird der Oszilloskop nicht beschädigt. Beim Betrieb an einer externen Gleichspannung wird das Gerät von Sicherung VL802 (Abb. 2.3.) geschützt, die sich auf der Stromversorgungsleiterplatte befindet und nach Abnahme der Rückwand zugänglich ist. VL802 hat einen Wert von 1,25 A, träge.

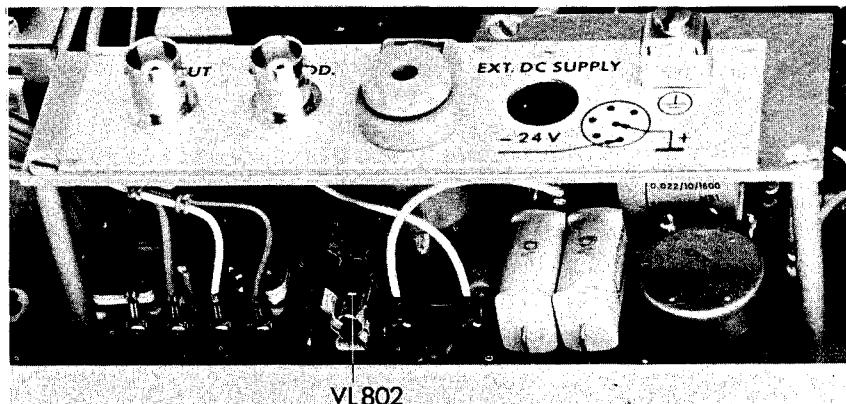


Abb. 2.3. Rückansicht mit Sicherung VL802

2.1.4. ERDUNG

Aus Sicherheitsgründen muss der Oszilloskop über den Erdanschluss an der Rückseite (gekennzeichnet mit oder über das Netzkabel, wenn das Gerät an eine Schuko-Steckdose angeschlossen wird, geerdet werden. Es ist auch darauf zu achten, dass die Erdverbindung des Oszilloskops nicht durch ein Verlängerungskabel oder irgendeine andere Vorrichtung unterbrochen wird, die keinen Erdleiter besitzt.

2.1.5. EINSCHALTEN

Bei Netzbetrieb wird das Gerät mit dem Schalter eingeschaltet, der mit der Rasterbeleuchtung gekoppelt ist. Das Netzkabel befindet sich in einem Fach unter dem Gerät. Beim Anschluss an eine externe Gleichspannung ist der Netzschalter ausser Betrieb. Das Gerät ist eingeschaltet, sobald die externe Gleichspannung angeschlossen ist. In beiden Fällen wird der Betriebszustand von der weissen Signallampe angezeigt.

Das Gerät darf in jeder Betriebslage verwendet werden, aber es ist darauf zu achten, dass die freie Luftzirkulation nicht behindert wird. Für die zulässigen Umgebungstemperaturen siehe Abschnitt 1.2.8.2.

2.2. Bedienungsanleitungen

Vor dem Einschalten ist zu kontrollieren, ob der Oszilloskop Abschnitt 2.1. "Inbetriebnahme" entsprechend angeschlossen ist und die dort beschriebenen Vorsorgemaßnahmen beachtet wurden.

2.2.1. BEDIENUNGSORGANE UND BUCHSEN (Abb. 2.1.)

X POSITION (R1)	Stufenlos veränderliche Einstellung der horizontalen Lage des Elektronenstrahls.
MAGN. (SK1)	Mit Schalter für kalibrierte fünffache Dehnung der Zeitablenkung.
TIME/cm (SK2)	Einstellung des Zeitmaßstabes; 21stufiger Schalter mit einer Stellung für externe X-Ablenkung (X über Y_A).
CAL.-TIME/cm (R2/SK3)	Stufenlos veränderliche Einstellung der Zeitmaßstäbe. In Stellung CAL ist der Zeitmaßstab kalibriert.
LEVEL (R3)	Stufenlos veränderliche Einstellung des Pegels, bei dem der Zeitablenkgenerator startet.
CAL. (BU1)	Buchse mit Rechteckspannung von $600 \text{ mV}_{\text{ss}}$ für Kalibrierzwecke.
TRIGGERUNG (SK4 ... 13)	10fache Drucktaste für die Einstellung von Triggerquelle, Triggerflanke und Triggerart.
Y_A (SK4)	Triggersignal intern von Kanal Y_A abgenommen.
Y_B (SK5)	Triggersignal intern von Kanal Y_B abgenommen.
EXT. (SK6)	Triggersignal von der Triggereingangsbuchse abgenommen.
MAINS (SK7)	Triggersignal von einer internen Spannung mit Netzfrequenz abgenommen. Diese Triggerquelle ist bei Betrieb mit einer externen Gleichspannung nicht vorhanden.
+	Triggerung auf der positivgerichteten Flanke des Signals.
-	Triggerung auf der negativgerichteten Flanke des Signals.
AUTO (SK10)	Freilaufende Zeitablenkung beim Fehlen von Triggersignalen und automatische vom zugeführten Signal abgeleitete Begrenzung des Pegelinstellbereiches.
AC (SK11)	Triggersignal wird über Trennkondensator zugeführt.
DC (SK12)	Direkte Kopplung des Triggersignals bei einer sich langsam ändernden Spannung, oder wenn die volle Bandbreite erforderlich ist.
TV (SK13)	Triggerung auf Zeilen- oder Bildimpulsen eines Fernsehsignals, je nach Stellung von Schalter SK2 TIME/cm. Triggerung auf Bildimpulsen in den Stellungen $50 \mu\text{s}/\text{cm}$ bis $0,5 \text{ s}/\text{cm}$ und auf Zeilenimpulsen in den Stellungen $0,2 \mu\text{s}/\text{cm}$ bis $20 \mu\text{s}/\text{cm}$.
TRIGG. (BU2)	BNC-Buchse für externe Triggersignale.
BEAM SELECTOR A (SK14)	Wenn diese Taste gedrückt ist, wird das Signal von Kanal Y_A vertikal dargestellt.
BEAM SELECTOR B (SK15)	Wenn diese Taste gedrückt ist, wird das Signal von Kanal Y_B vertikal dargestellt. Wenn Schalter A (SK14) und Schalter B (SK15) gedrückt sind, werden sowohl das Signal von Kanal Y_A als auch das von Kanal Y_B vertikal dargestellt.

AC-0-DC (SK16 & 19)	Dreistellungenschalter für die Signalankopplung. AC : über einen Trennkondensator 0 : Eingangsbuchse ist nicht mit der Schaltung verbunden, die Schaltung ist geerdet DC : Gleichspannungskopplung
AMPL. (SK17 & 18)	Einstellung der vertikalen Ablenkkoefizienten, 12stufiger Schalter.
CAL. – AMPL. (R4 & 5)	Stufenlos veränderliche Einstellung der vertikalen Ablenkkoefizienten. In Stellung CAL. sind die Ablenkkoefizienten kalibriert.
DC BAL. (R6 & R7) (Schraubenziehereinstellung)	Einstellung der Gleichspannungssymmetrie der Y-Verstärker.
ILLUM. (SK20 & R8)	Stufenlos einstellbare Rasterbeleuchtung. Außerdem Netzschalter.
FOCUS (R9)	Fokussierung des Elektronenstrahls.
INTENS. (R10)	Helligkeitseinstellung des Elektronenstrahls.
1 MOhm – 20 pF (BU3 & 5)	BNC-Eingangsbuchsen für die Y-Verstärker.
POSITION (R11 & 12)	Stufenlose Einstellung der vertikalen Lage des Elektronenstrahls.
⏚ (BU4)	Erdungsbuchse

An der Rückseite des Gerätes (Abb. 2.2.):

TB OUT (BU6)	Sägezahnausgang, BNC-Buchse
Z MOD. (BU7)	Eingang für Helligkeitssteuerung, BNC-Buchse
EXT. DC SUPPLY (BU9)	Eingangsbuchse für externe Gleichspannung

2.2.2. GRUNDEINSTELLUNGEN

Wir empfehlen, das Gerät 5 Minuten vor den Messungen einzuschalten. Diese Vorwärmzeit genügt allerdings nicht, wenn das Gerät aus einem kalten Raum kommt und erst akklimatisiert werden muss (siehe auch Abschnitt 2.4.5.).

- Bei Netzbetrieb:
Prüfen, ob der Netzspannungsumschalter auf die vorhandene Netzspannung eingestellt ist. Falls erforderlich, den Umschalter richtig einstellen, wie es in Abschnitt 2.1.2. angegeben ist, und den Wert der Sicherung prüfen. Das Gerät einschalten.
- Bei externer Gleichspannung:
Prüfen, ob die externe Spannungsquelle richtig angeschlossen ist, Pluspol an Erde.
- Die Potentiometer FOCUS und INTENS (R9 und R10) in Mittelstellung drehen.
- Die Tasten BEAM SELECTOR A SK14 und B SK15 drücken. Wenn keine dieser Tasten gedrückt wird, erscheint auf dem Schirm kein Bild.
- Triggerquelle, Triggerflanke und Triggerart wählen. Wenn keine dieser Tasten gedrückt ist, triggert der Oszilloskop das Y_A -Signal an der positiven Flanke und automatisch ohne Pegelbegrenzung.
- Die beiden Elektronenstrahlen mit den Knöpfen Y POSITION (R11 und R12) auf dem Schirm abbilden.

Der Oszilloskop ist nun betriebsbereit. Für eine Korrektur der Gleichspannungssymmetrie siehe 2.2.2.1.

2.2.2.1. Gleichspannungssymmetrie (R6, R7)

- Schalter Y_A (Y_B) SK4 (SK5), Schalter + SK8 und Schalter BEAM SELECTOR A SK14 (B SK15) drücken.
- Schalter AC-0-DC SK16 (SK19) auf 0 stellen.
- Potentiometer AMPL R4 (R5) auf CAL stellen.
- Prüfen, ob der Elektronenstrahl sich nicht verschiebt, wenn Schalter AMPL SK17 (SK18) von 0,1 V/cm auf 2 mV/cm umgeschaltet wird. Falls erforderlich, DC BAL R6 (R7) neu einstellen. Bei dieser Einstellung muss der Elektronenstrahl mit Potentiometer POSITION R11 (R12) in Strahlmitte gehalten werden.
- Prüfen, ob die Lage des Elektronenstrahls in den Stellungen 2, 5, 10, 20, 50 und 100 mV/cm des Schalters AMPL SK17 (SK18) gleich bleibt; maximal zulässige Abweichung 4 mm.

2.2.3. EINGÄNGE Y_A UND Y_B UND IHRE MÖGLICHKEITEN

Die Oszilloskopen PM 3232 und PM 3233 besitzen je zwei identische Vertikalkanäle, die entweder zusammen mit dem Zeitablenkgenerator für Y-T-Messungen oder aber für X-Y-Messungen bis 1 MHz verwendet werden können.

2.2.3.1. Y-T-Messungen

Zur Darstellung eines Signals ist einer der beiden vertikalen Kanäle mit BEAM SELECTOR A SK14 oder BEAM SELECTOR B SK15 zu wählen. Wenn beide Tasten A SK14 und B SK15 gedrückt werden, können zwei Signale gleichzeitig abgebildet werden. Der Ablenkkoefizient lässt sich für jeden Kanal getrennt einstellen.

2.2.3.2. X-Y-Messungen

Wenn Schalter SK2 TIME/cm in Stellung X via Y_A steht, ist der Zeitablenkgenerator ausgeschaltet. Das Signal des Y_A -Kanals wird nun horizontal abgebildet. Mit den Bedienungselementen für Y_A , ausgenommen Potentiometer R11 POSITION, wird nun die X-Ablenkung eingestellt. Nur für die Verschiebung des Elektronenstrahls in horizontaler Richtung muss Potentiometer R1 X POSITION verwendet werden. Die fünffache Dehnung mit Schalter SK5 ist jedoch ausser Betrieb.

Bei dieser Einstellung sind X-Y-Messungen bis zu 100 kHz möglich.

2.2.3.3. Funktion des Schalters AC-0-DC

Die zu untersuchenden Signale sind an den Y_A -Eingang BU3 bzw. den Y_B -Eingang BU4 anzuschliessen. Nach Zusammensetzung des Signals ist der Schalter AC-0-DC in Stellung AC oder DC zu setzen. In Stellung DC ist der Eingang direkt mit dem Y-Verstärker verbunden. Da der Y-Verstärker gleichspannungsgekoppelt ist, steht die ganze Bandbreite des Gerätes zur Verfügung. Das bedeutet, dass das vollständige Eingangssignal an die Ablenkplatten gelangt, einschliesslich einer evtl. Gleichspannungskomponente, die den Strahl auf dem Schirm verschiebt.

Falls kleinere Wechselspannungen hohen Gleichspannungen überlagert sind, kann dies zu Schwierigkeiten führen. Um in solchen Fällen die Wechselspannung sichtbar machen zu können, muss das Eingangssignal stark abgeschwächt werden, wodurch der Wechselspannungsanteil nur sehr klein wiedergegeben wird.

In diesem Fall ist der Schalter AC-0-DC auf AC zu stellen.

Nun liegt ein Trennkondensator zwischen der Eingangsbuchse und dem Y-Verstärker, der Gleichspannungen zurückhält, aber außerdem die sehr tiefen Frequenzen unterdrückt bzw. etwas abschwächt.

Bei Rechtecksignalen mit sehr niedriger Frequenz ist eine Dachschräge der Impulse dabei nicht zu vermeiden.

In Stellung 0 des Schalters AC-0-DC kann man schnell den Nullpegel bestimmen. In dieser Stellung ist der Verstärkereingang nicht mit dem Eingangssignal verbunden, sondern geerdet. Gleichzeitig wird der Trennkondensator entladen, damit die zu prüfende Schaltung nicht beschädigt werden kann.

2.2.4. TRIGGERUNG

2.2.4.1. Allgemeines

Um ein stillstehendes Bild zu erhalten, muss die horizontale Ablenkung immer beim selben Punkt des Signals gestartet werden. Deshalb wird der Zeitablenkgenerator von einem kurzen Triggerimpuls gestartet, der in der Triggereinheit geformt und von einem Signal gesteuert wird, das dem vertikalen Eingangssignal oder einer externen Spannungsquelle entnommen wird.

2.2.4.2. Triggerkopplung

- AC Wenn das Eingangssignal eine Gleichspannungskomponente enthält, kommt es vor, dass mit dem Pegelpotentiometer nicht der richtige Gleichspannungspegel für den Schmitt-Trigger eingestellt werden kann. In diesem Fall ist mit Wechselspannungskopplung zu arbeiten. Die Wechselspannungskopplung erhält man durch Einfügen eines Kondensators in die Triggerleitung. Dies hat den Vorteil, dass die Gleichspannungskopplung für die Y-Kanäle erhalten bleibt.
- DC Eine Gleichspannungskopplung ist zweckmäßig, wenn der Mittelwert des Signals schwankt. Diese Art von Signalen tritt oft in Digitalsystemen auf. Bei Wechselspannungskopplung würde der Triggerpunkt dann nicht festliegen, wodurch das Oszillogramm zu zittern beginnt oder die Triggerung ganz ausfällt.

2.2.4.3. Triggerpegel

Bei einem komplizierten Signal mit mehreren periodisch auftretenden nicht identischen Spannungsformen muss die Zeitablenkung immer bei derselben Spannungsform gestartet werden, um ein stillstehende Oszillogramm zu erhalten. Dies ist möglich, wenn irgendein Teil des Kurvenzuges eine abweichende Amplitude hat. Mit dem Knopf LEVEL kann der Triggerpegel so eingestellt werden, dass nur diese grösse Spannungsabweichung den eingestellten Pegel überschreitet.

Die Pegeleinstellung ist auch sehr nützlich, wenn zwei Signale genau verglichen werden sollen, z.B. bei Phasenmessungen. Mit der Pegeleinstellung kann der Startpunkt der beiden Kurven so gegeneinander verschoben werden, dass er auf der mittleren Rasterlinie liegt.

2.2.4.4. Automatische Triggerung

Die automatische Triggerung – Schalter AUTO gedrückt – wird wegen der einfachen Bedienung am häufigsten gewählt. Bei dieser Triggerart können die verschiedenartigsten Kurvenformen abgebildet werden, ohne dass irgendeines der Triggerbedienungsorgane eingestellt werden muss. Wenn kein Triggersignal vorhanden ist, bleibt auf dem Schirm eine Nulllinie sichtbar und erleichtert damit den Nullpunktvergleich. Bei dieser Triggerart lässt sich der Pegel über den Spitze-Spitze-Wert der Wechselspannungskomponente des Signals einstellen. Wenn keiner der Schalter AUTO, AC, DC oder TV gedrückt ist, triggert der Oszillograf automatisch, aber über den gesamten zur Verfügung stehenden Pegelbereich. Dies hat den Vorteil, dass immer eine Linie auf dem Schirm zu sehen ist, auch wenn keine der Triggertasten gedrückt ist.

2.2.4.5. Externe Triggerung

Mit externer Triggerung wird bei Signalen mit stark schwankender Amplitude gearbeitet, sofern ein Signal mit konstanter Amplitude und gleicher Frequenz zur Verfügung steht. Noch wichtiger ist die externe Triggerung bei komplexen Signalen und Impulsmustern, um Doppelbilder zu vermeiden.

Man braucht dann nicht bei jeder Änderung des Eingangssignals den Triggerpegel neu einzustellen.

2.2.4.6. Triggerung mit Netzfrequenz

In diesem Falle ist das Triggersignal eine Sinusspannung mit Netzfrequenz. Diese Triggerquelle kann verwendet werden, wenn das zu untersuchende Signal mit der Netzfrequenz gekoppelt ist; z.B. zur Untersuchung der Brummkomponente eines Signals.

2.2.4.7. Triggerung mit Fernsehsignalen

Der Oszilloskop kann mit Zeilen- oder Bildsynchronimpulsen von Fernsehsignalen getriggert werden. In den Stellungen 0,5 s/cm bis 50 μ s/cm des Schalters TIME/cm werden die Bildsynchronimpulse und in den Stellungen 20 μ s/cm bis 0,2 μ s die Zeilensynchronimpulse des Signals getriggert. Der Schalter für die Triggerflanke ist der Polarität des Videosignals entsprechend einzustellen.

2.2.5. DEHNUNG DER ZEITABLENKUNG

Die Dehnung wird mit einem Schiebeschalter eingestellt. Wenn dieser Schalter sich in Stellung x5 befindet, ist ein 5x schnellerer Zeitmaßstab eingestellt. In dieser Stellung gilt der eingestellte Zeitmaßstab geteilt durch 5.

2.2.6. HELLIGKEITSSTEUERUNG

Soll das Oszilloskopogramm ohne Änderung der Kurvenform eine zusätzliche Information erhalten, kann die Helligkeit des Elektronenstrahls mit einer externen Spannung herabgesetzt werden. Das externe Signal ist hierfür an die Buchse Z MOD an der Rückseite des Oszilloskopen anzuschliessen. Die für eine sichtbare Helligkeitsmodulation benötigte Spannung hängt von der eingestellten Grundhelligkeit ab. Bei mittlerer Helligkeit des Elektronenstrahls genügt eine Spannung von +20 V_{ss} für eine gut sichtbare Helligkeitssteuerung.

2.3. Anwendungsbeispiele

Im folgenden wird beschrieben, wie die wichtigsten Messungen mit den Oszillografen PM 3232 und PM 3233 ausgeführt werden können.

2.3.1. SPANNUNGSMESSUNGEN

Die betreffende Kurve so gross wie möglich abbilden, um eine maximale Genauigkeit zu erhalten. Bei allen Spannungsmessungen müssen die AMPL.-Potentiometer in Stellung CAL stehen, da anderenfalls die Ablenkkoefizienten nicht kalibriert sind.

Bei Verwendung eines 10 : 1-Spannungsteiler-Messkopfes darf nicht vergessen werden, die gemessene Amplitude mit dem Faktor 10 zu multiplizieren. Kontrollieren, ob der Messkopf gut abgeglichen ist und mit Hilfe der Kalibrierspannung prüfen, ob die Verstärkung stimmt.

2.3.1.1. Messung des Spitz-Spitze-Wertes

Zur Messung des Spitz-Spitze-Wertes einer Wechselspannungskomponente einer Kurve ist das Signal an einen der Y-Eingänge anzuschliessen und ein möglichst grosses Bild einzustellen.

Dann wie folgt vorgehen:

1. Den Schalter TIME/cm so einstellen, dass nur wenige Schwingungen der Kurvenform abgebildet werden, siehe Abb. 2.4.
2. Y POSITION so einstellen, dass die unteren Spitzen der Kurve sich auf der am nächsten liegenden horizontalen Rasterlinie befinden.
3. X POSITION so einstellen, dass eine der oberen Spitzen des Signals mit der mittleren vertikalen Rasterlinie zusammenfällt.
4. Den vertikalen Abstand zwischen den Spitzen des Signales messen.
5. Den gemessenen Abstand mit der mit Schalter AMPL. eingestellten Spannung und eventuell dem Faktor des Spannungsteiler-Messkopfes multiplizieren.

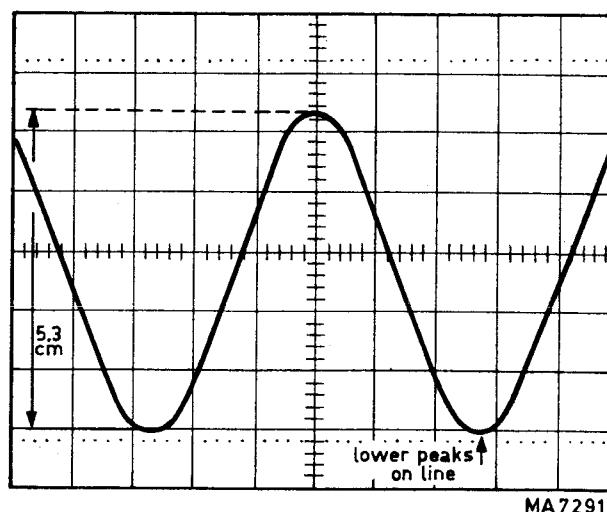


Abb. 2.4. Messung des Spitz-Spitze-Wertes einer Spannung

Beispiel: Angenommen, Schalter AMPL. steht auf 2 mV/cm und ein Messkopf 10 : 1 wird verwendet. Der gemessene vertikale Abstand beträgt 5,3 cm.

$$\text{Nach der Formel } U_{ss} = (\text{vertikaler Abstand}) \cdot (\text{Amplitudeneinstellung}) \cdot (\text{Messkopfabschwächung}) \\ = 5,3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 106 \text{ mV}$$

Wenn eine reine Sinuskurve gemessen wird, beträgt die Effektivspannung: $U_{eff} =$

$$U_{eff} = \frac{U_{ss}}{2\sqrt{2}} = \frac{106 \times 10^{-3}}{2\sqrt{2}} = 38,2 \text{ mV}$$

2.3.1.2. Messung des Augenblickswertes einer Spannung

Zur Messung des Augenblickswertes der Spannung einer Kurve das Signal an einen der Y-Eingänge anschliessen und das Signal möglichst gross abbilden. Dann wie folgt vorgehen:

1. Den Y-Eingangsschalter auf 0 und Y POSITION so einstellen, dass die Nulllinie mit der nächstliegenden horizontalen Rasterlinie zusammenfällt.
DANACH DARF AN DEM KNOFF Y POSITION NICHT MEHR GEDREHT WERDEN!
2. Den Y-Eingangsschalter auf DC stellen.
3. Falls erforderlich, das Oszilloskop mit X POSITION so horizontal verschieben, dass der zu messende Punkt sich auf der mittleren vertikalen Linie befindet.
4. Den vertikalen Abstand zwischen diesem Punkt und der vorher eingestellten Nulllinie messen. Liegt dieser Punkt über der Nulllinie, ist die Spannung positiv, anderenfalls ist sie negativ.
5. Den gemessenen Abstand mit der mit Schalter Y AMPL. eingestellten Amplitude und eventuell dem Spannungsteilerfaktor des Messkopfes multiplizieren.

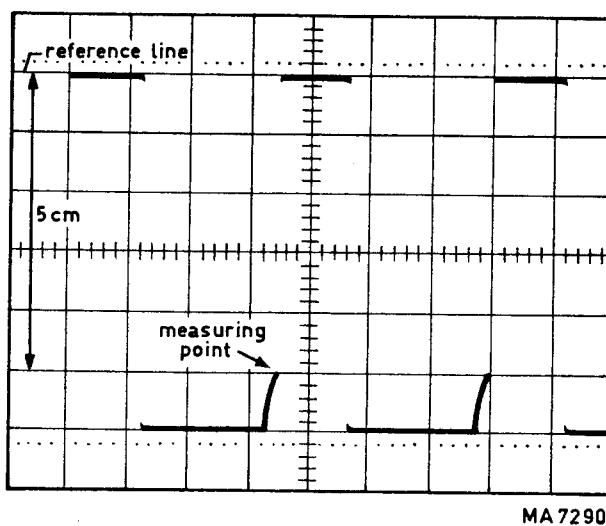


Abb. 2.5. Messung des Augenblickswertes einer Spannung

Beispiel: Angenommen, der Schalter Y AMPL steht auf 0,1 V/cm und es wird ein Spannungsteiler-Messkopf von 10 : 1 verwendet. Der gemessene vertikale Abstand beträgt 5 cm (Abb. 2.5.).

$$\text{Nach der Formel } U(t) = (\text{vertikaler Abstand}) \cdot (\text{Einstellung Y-Amplitude}) \cdot (\text{Messkopfabschwächung}) \\ = 5 \cdot 10^{-1} \cdot 10 = 5 \text{ V oder negativ.}$$

WENN EINE SPANNUNG GEGENÜBER EINER ANDEREN SPANNUNG ANSTATT GEGEN ERDE GEMESSEN WERDEN SOLL, IST DIESE ANDERE SPANNUNG AN DIE EINGANGSBUCHSE ANZUSCHLIESSEN. NUN DEN KNOFF Y POSITION SO EINSTELLEN, DASS DER ELEKTRONENSTRahl MIT EINER HORIZONTALEN RASTERLINIE ZUSAMMENFÄLLT, DIE NUN ALS BEZUGSLINIE VERWENDET WIRD.

DIE OBEN IN PUNKT 1 BESCHRIEBENE NULLPUNKTEINSTELLUNG IST DANN SELBSTVERSTÄNDLICH NICHT ERFORDERLICH.

2.3.2. ZEIT- UND FREQUENZMESSUNGEN

Bei allen Zeit- und Frequenzmessungen muss das Potentiometer TIME/cm in Stellung CAL stehen, da andernfalls die Zeitmaßstäbe nicht kalibriert sind.

2.3.2.1. Zeitmessungen

Zur Messung der Zeit zwischen zwei Punkten einer Kurve ist das Signal an einen der Y-Eingänge anzuschliessen und ist ein möglichst grosses Bild einzustellen. Dann wie folgt vorgehen:

1. Schalter TIME/cm so einstellen, dass der horizontale Abstand zwischen den zu messenden Punkten so gross wie möglich ist.
2. X POSITION so drehen, dass einer der Messpunkte mit der am nächsten liegenden senkrechten Rasterlinie zusammenfällt.
3. Mit Y POSITION den anderen Punkt auf die waagerechte Mittellinie bringen.
4. Den horizontalen Abstand zwischen den beiden Punkten messen.
5. Den gemessenen Abstand mit der Einstellung TIME/cm multiplizieren (wenn die Dehnung eingeschaltet war, diese Produkt durch 5 teilen).

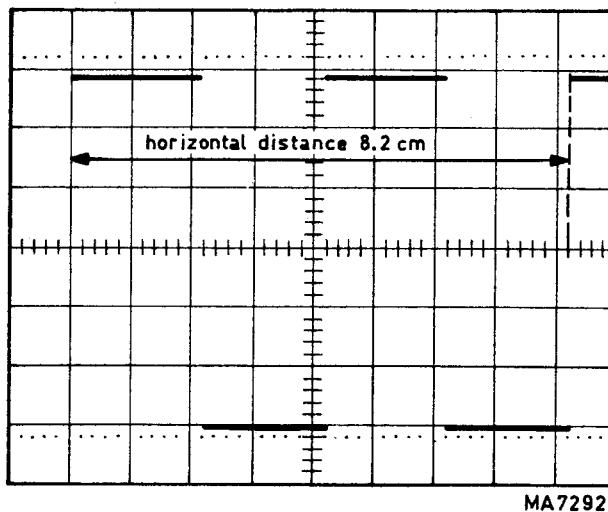


Abb. 2.6. Zeitmessung

Beispiel: Angenommen, TIME/cm ist eingestellt auf $0,5 \mu\text{s}/\text{cm}$ und die Dehnung ist eingeschaltet. Der gemessene Abstand beträgt 8,2 cm (Abb. 2.6.).

Nach der Formel:

$$\begin{aligned} \text{Zeitintervall} &= \frac{\text{horizontaler Abstand} \cdot \text{TIME/cm}}{\text{Dehnung}} \\ &= \frac{8,2 \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{5} = 0,82 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Wenn in der obenbeschriebenen Weise die Dauer von einem Zyklus gemessen worden ist, kann die Frequenz leicht wie folgt berechnet werden:

$$\text{Frequenz} = \frac{1}{\text{Dauer von einem Zyklus}}$$

2.3.2.2. Messung der Anstiegszeit

Die Anstiegszeit t_r ist als diejenige Zeit definiert, in der die Vorderflanke eines Signals von 10 % auf 90 % der Amplitude anwächst. Wenn die Anstiegszeit des Oszilloskops etwa in derselben Größenordnung wie die des zu messenden Signals liegt, muss die wirkliche Anstiegszeit wie folgt berechnet werden:

$$\text{wirkliche } t_r = \sqrt{(\text{gemessene } t_r)^2 - (\text{Oszilloskop } t_r)^2}$$

Diese Berechnung ist nicht erforderlich, wenn die Anstiegszeit des Signals länger als 150 ns ist (der Fehler beträgt dann 5 % und sinkt bei noch längeren Anstiegszeiten schnell).

Zur Messung der Anstiegszeit eines Signals ist das Signal an einen der Y-Eingänge anzuschliessen und ist möglichst gross auf dem Schirm abzubilden. Dann wie folgt vorgehen:

1. Den Schalter TIME/cm so einstellen, dass gerade ein ganzer Spannungssprung auf dem Schirm abgebildet wird.
2. Die Y-Amplitude so einstellen, dass die Vertikalablenkung genau 8 cm beträgt. Die gestrichelten Linien auf dem Raster geben nun die Messpunkte für 10 % und 90 % an.
3. X POSITION so einstellen, dass der 10 %-Punkt mit der nächstliegenden senkrechten Rasterlinie zusammenfällt; diese Linie ist nun die Bezugslinie; der Knopf X POSITION darf jetzt nicht mehr verstellt werden.
4. Den waagerechten Abstand zwischen der Zeitbezugslinie (beim 10 %-Messpunkt) und dem Punkt, an dem das Signal die waagerechte 90 %-Linie schneidet, messen.
5. Die Anstiegszeit ergibt sich aus dem Produkt des waagerechten Abstandes in Zentimetern und der Einstellung von TIME/cm.

Wenn die Dehnung eingeschaltet war, ist das oben errechnete Produkt durch 5 zu dividieren.

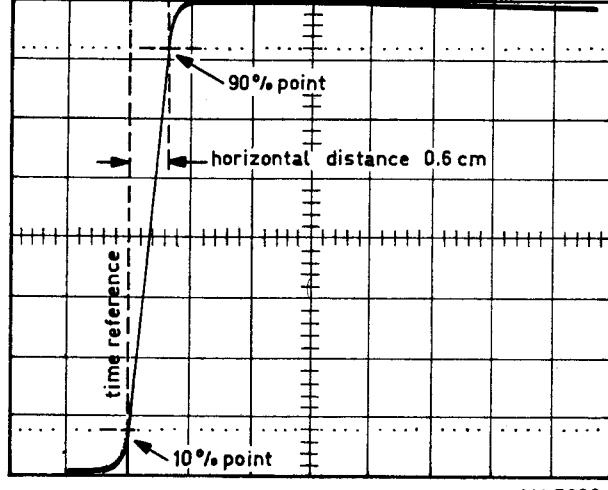


Abb. 2.7. Messung der Anstiegszeit eines Signals

Beispiel: Angenommen, TIME/cm steht auf $0,2 \mu\text{s}/\text{cm}$ und die Dehnung ist nicht eingeschaltet. Die Anstiegszeit des Oszilloskops beträgt 35 ns. Der gemessene Abstand beträgt 0,6 cm (Abb. 2.1.).

Nach der Formel

$$\begin{aligned} \text{gemessene Anstiegszeit} &= \frac{\text{TIME/cm} \cdot \text{waagerechter Abstand}}{\text{Dehnung}} \\ &= \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 6 \cdot 10^{-1}}{1} = 120 \text{ ns} \end{aligned}$$

Eingesetzt in die Formel:

$$\begin{aligned} \text{wirkliche Anstiegszeit} &= \sqrt{(\text{gemessene Anstiegszeit})^2 - (\text{Anstiegszeit des Oszilloskops})^2} \\ &= \sqrt{14400 - 1225} = \sqrt{13175} \approx 115 \text{ ns} \end{aligned}$$

Wenn kurze Anstiegszeiten gemessen werden sollen, ist es zweckmässig, den Zeitablenkgenerator mit einem externen Vorimpuls zu starten.

Das Zeitverhältnis zwischen dem Vorimpuls und dem zu messenden Signal ist so zu wählen, dass die vollständige Vorderflanke des zu messenden Signals abgebildet wird.

2.3.3. PHASENMESSUNGEN

Die Phasendifferenz von zwei Sinusspannungen kann nach folgendem Verfahren gemessen werden. Ein Signal an den Y_A -Eingang und das andere an den Y_B -Eingang anschliessen. Es dürfen nur Messköpfe oder Koaxialkabel desselben Typs und derselben Länge verwendet werden, d.h., mit gleicher Verzögerung. Die Kurven mit automatischer Triggerung abbilden. Sobald das Bild mit maximaler Amplitude stabil steht, mit **Y POSITION** die Signale symmetrisch zur waagerechten Mittellinie und mit Hilfe des Triggerpegels das erste Signal so einstellen, dass der Startpunkt auf der waagerechten Mittellinie liegt. Dann wie folgt vorgehen:

1. Den Schalter **TIME/cm** und das zugehörige Potentiometer so einstellen, dass ein halber Zyklus des ersten Signals waagerecht genau 9 cm einnimmt; dann entspricht jeder Zentimeter $180^\circ/9 = 20^\circ$.
2. Den waagerechten Abstand zwischen zwei sich entsprechenden Punkten der Kurve in Zentimetern messen und diesen Wert mit 20° multiplizieren.

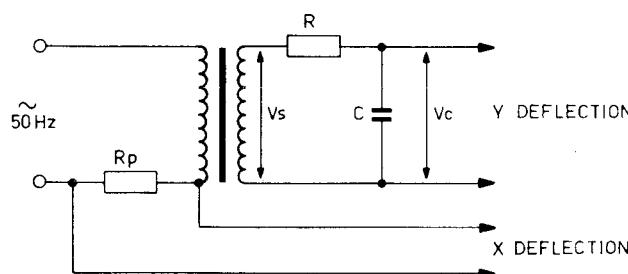
Bei kleinen Phasendifferenzen (unter 45°) ist die fünffache Dehnung einzuschalten. Ein Zentimeter entspricht dann einer Phasenverschiebung von 4° . Der gemessene Abstand ist deshalb auch mit 4° zu multiplizieren.

2.3.4. X-Y-MESSUNGEN

Als Beispiele für X-Y-Messungen sind die Darstellungen einer Hysteresisschleife und einer Diodenkennlinie beschrieben worden.

2.3.4.1. Darstellung einer Hysteresisschleife (Abb. 2.8. und 2.9.)

Bei der Aufzeichnung einer Hysteresisschleife von magnetischem Material wird die magnetische Induktion B in Abhängigkeit von der Feldstärke H dargestellt. Wenn der Eisenkern einer Spule keinen Luftspalt enthält, ist die Feldstärke proportional dem Strom durch die Windungen. Der Primärstrom ist deshalb ein Mass der Feldstärke H . In Serie mit der Primärwicklung liegt der Widerstand R_p . Die Spannung an diesem Widerstand wird an den Y_A -Eingang angeschlossen (Schalter **TIME/cm** in Stellung **X** via Y_A).



MA 7284

Abb. 2.8. Darstellung einer Hysteresisschleife, angenähertes Verfahren

Die Spannung an der Sekundärseite ist $U_S = k \cdot \frac{dB}{dt}$, wobei k eine Konstante ist. Diese Spannung wird von einem RC-Glied integriert. ($R \gg \frac{1}{\omega C}$). Die Spannung am Kondensator beträgt dann $U_C = \frac{kB}{RC}$. Die Induktion B ist

deshalb der Spannung am Kondensator proportional.

Diese Spannung kommt an den Y_B -Eingang. Diese Methode ist nur eine Näherung, da es nicht möglich ist, zwischen der Eingangs- und Ausgangsspannung eine Phasendifferenz von 90° herzustellen.

Ein genaues Verfahren wird in Abb. 2.9. gezeigt, aber hierfür muss der Transformator eine Heizspannungswicklung mit Mittelanzapfung oder zwei getrennte Heizspannungswicklungen mit der gleichen Spannung haben.

In dem letztgenannten Fall sind die beiden Wicklungen in Serie zu schalten, der Verbindungspunkt dient dann als Mittelanzapfung. Die Phasendifferenz von 90° lässt sich nun mit dem Potentiometer von $100 \text{ k}\Omega$ einstellen.

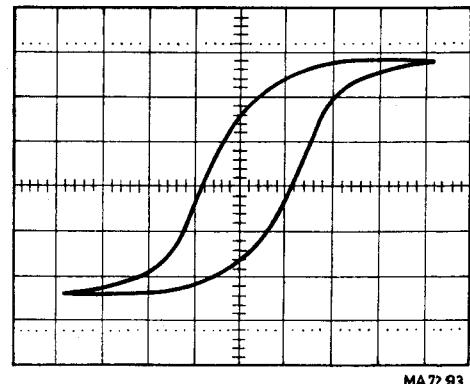
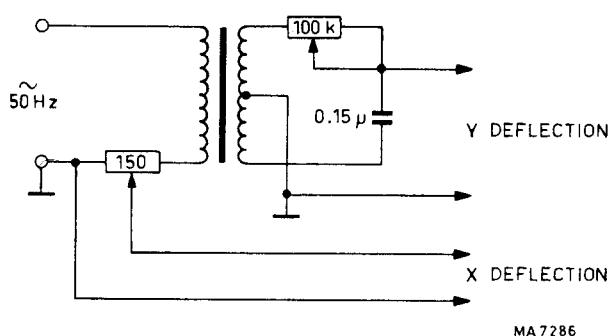


Fig. 2.9. Darstellung einer Hysteresisschleife, genaues Verfahren

2.3.4.2. Darstellung einer Diodenkennlinie

Für diese Kennlinie wird der Strom durch die Diode in Abhängigkeit von der Spannung an der Diode dargestellt. Eine hierfür geeignete Schaltung zeigt Abb. 2.10. Die Spannungsquelle V liefert eine 50-Hz-Sinusspannung von ca. $20 \text{ V}_{\text{eff}}$. Der Widerstand R ist im Vergleich zum Innenwiderstand der Diode klein. Die Spannung an R , die dem Anodenstrom direkt proportional ist, kommt an den Y_A -Eingang. Die Anodenspannung liegt am Y_A -Eingang (Schalter TIME/cm in Stellung X via Y_A). Nun wird eine Kurve dargestellt, die das Verhältnis zwischen Anodenstrom (senkrecht) und Anodenspannung (waagerecht) darstellt.

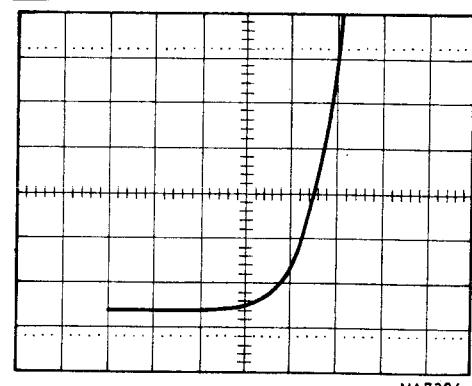
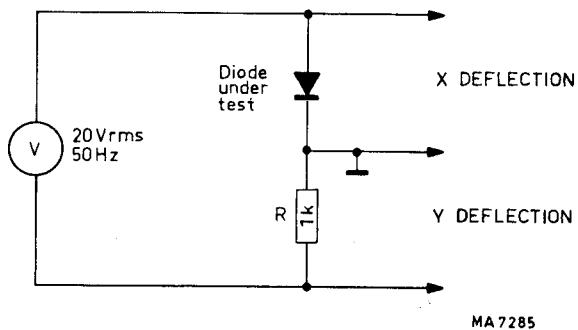


Fig. 2.10. Darstellung einer I_A-U_A -Kennlinie einer Germaniumdiode

2.4. Einige Grundbegriffe

2.4.1. DEFINITIONEN

2.4.1.1. Y-Ablenkkoefizient oder Empfindlichkeit (V/cm oder V/Teil)

Er bezeichnet den Spitze-Spitze-Wert der Eingangsspannung, die für die Ablenkung des Elektronenstrahls über einen Zentimeter oder einen Teil in senkrechter Richtung erforderlich ist.

2.4.1.2. Bandbreite oder Frequenzbereich (Hz)

Siehe Abb. 2.11.

Dies ist der vollständige Frequenzbereich, in dem sich der Ablenkkoefizient um nicht mehr als 3 dB (ca. 30 %) gegenüber dem geraden Teil der Frequenzkennlinie ändert. Jenseits der 3-dB-Punkte fällt die Kennlinien von guten Verstärkern, wie z.B. in PM 3232 und PM 3233, um 6 dB pro Oktave.

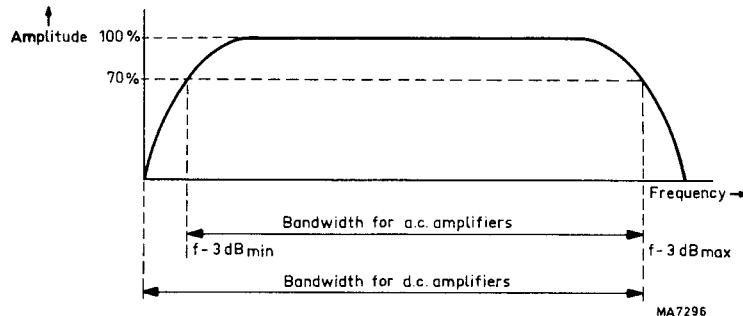


Abb. 2.11. Frequenzkennlinie

2.4.1.3. Anstiegs- und Abfallzeit (ns)

Siehe Abb. 2.12.

Die Zeit, in der sich die Spannung oder der Strom der Flanke eines rechteckigen Impulses von 10 % bis 90 % (bzw. von 90 % bis 10 %) der vollen Amplitude ändert.

Wenn die Impulsowiedergabe der Verstärker einwandfrei ist, erhält man zwischen der Anstiegszeit (t_r) und der Bandbreite (BW), bezogen auf -3 dB, etwa folgendes Verhältnis: t_r (ns) . BW (MHz) = 350.

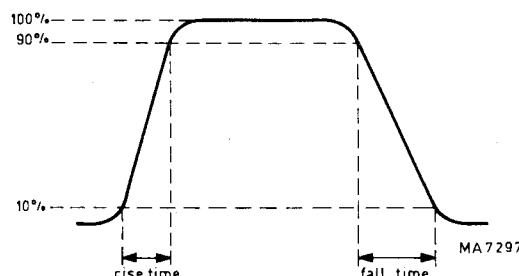


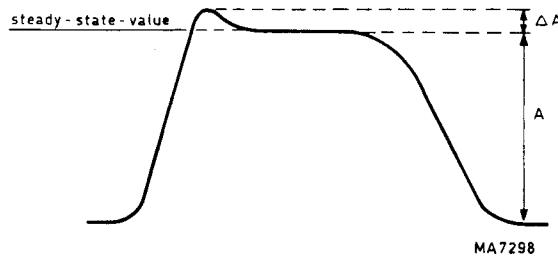
Fig. 2.12. Anstiegs- und Abfallzeit eines Impulses

2.4.1.4. Überschwingen (%)

Siehe Abb. 2.13.

Überschwingen ist derjenige Teil eines rechteckigen Impulses, der den Dauerwert überschreitet. Es wird als Prozent vom Dauerwert ausgedrückt.

$$\text{Überschwingen} = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100 \%$$



2.4.1.5. Dachschräge (%)

Siehe Abb. 2.14.

Dies ist die Differenz zwischen dem vorderen und hinteren Teil des Daches eines rechteckigen Impulses, ohne Rücksicht auf Überschwingen und andere Verzerrungen. Diese Differenz wird in Prozent von der Anfangsamplitude und für eine spezifizierte Impulsdauer angegeben.

$$\text{Dachschräge} = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100 \%$$

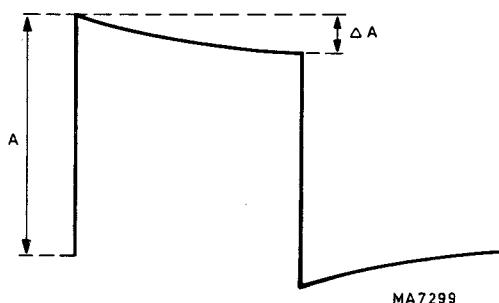


Fig. 2.14. Dachschräge

2.4.1.6. Weitere Impulsverzerrungen

Siehe Abb. 2.15., 2.16. und 2.17.

Nachschwingen

Vorschwingen

Abrundung

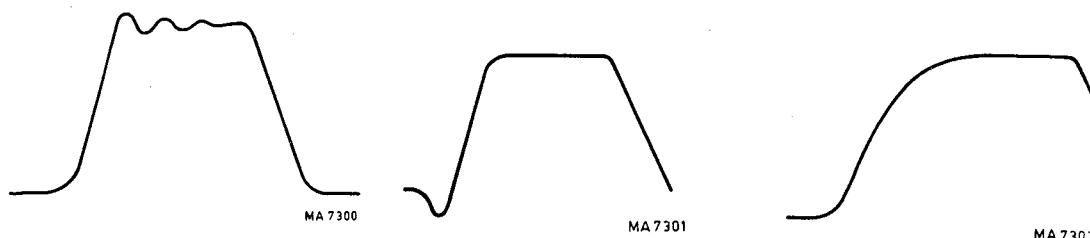


Abb. 2.15. Nachschwingen

Abb. 2.16. Vorschwingen

Abb. 2.17. Abrundung

2.4.1.7. Impulsdauer oder -breite und Wiederholzeit

Siehe Abb. 2.18.

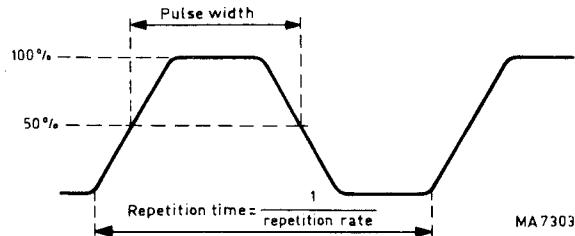


Abb. 2.18. Impulsdauer

2.4.1.8. Eingangsimpedanz (MΩm/pF)

Die Eingangsimpedanz ist der aus der Parallelschaltung des Eingangswiderstandes und der Eingangskapazität errechnete Wert.

2.4.1.9. Triggerung

Triggerung ist das Auslösen jeder einzelnen Ablenkung des Zeitablenkgenerators durch eine Steuerspannung. Solange diese Steuerspannung nicht vorhanden ist, bleibt der Zeitablenkgenerator in Wartestellung und der Schirm ist dunkel. Die Triggerung kann periodisch oder unregelmäßig erfolgen.

Bei der Triggerung ist jeder beliebige Zeitmaßstab möglich, unabhängig von der Periodendauer der dargestellten Größe und ohne Rückwirkung auf die Stabilität der Anzeige.

Außerdem hat Triggerung den Vorteil, dass der Zeitmaßstab kalibriert werden kann.

2.4.1.10. Sperrschaltung (Hold-off circuit)

Diese Schaltung ist in den Zeitablenkgenerator eingebaut. Sie verhindert, dass die Zeitablenkung neu getriggert wird, bevor der Elektronenstrahl und alle Schaltelemente sich wieder im Ausgangszustand befinden.

2.4.2. DRIFTSPANNUNGSKOMPENSATION

Die empfindlichen, gleichspannungsgekoppelten Vorverstärkern anhaftende Drift wird durch Gegenkopplung über einen Regelverstärker reduziert. Anhand von Abb. 2.19. wird der Effekt des Regelverstärkers berechnet. A ist hierin der Verstärkungsfaktor des Vorverstärkers und B der des Regelverstärkers. Die Widerstände R sind gleich.

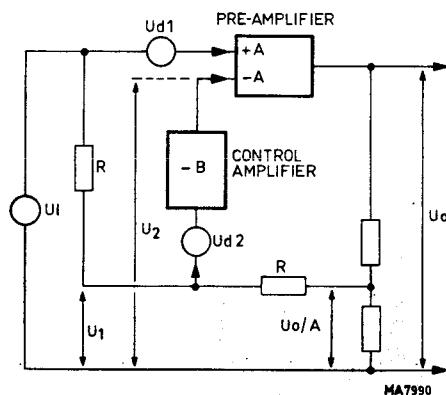


Fig. 2.19. Blockschaltbild der Driftkompensation

Betrachtet man die Driftspannungen vom Vorverstärker und Regelverstärker als Gleichspannungsquellen am Eingang ($Ud1$ und $Ud2$), so findet man:

$$U1 = \frac{Ui + \frac{Uo}{A}}{2} \quad (1)$$

$$U2 = -B(U1 + Ud2) \quad (2)$$

$$Uo = A(U2 - Ui - Ud1) \quad (3)$$

Aus (1) und (3) folgt, dass:

$$U1 = \frac{Ui + \frac{A(U2 - Ui - Ud1)}{A}}{2} = \frac{U2 - Ud1}{2}$$

Einsetzung hiervon in (2) ergibt:

$$U2 = -B\left(\frac{U2 - Ud1}{2} + Ud2\right) \quad \text{oder}$$

$$U2\left(1 + \frac{B}{2}\right) = \frac{B}{2}Ud1 - BUd2 \quad \text{oder}$$

$$U2 = \frac{BUd1}{2+B} - \frac{BUd2}{1+\frac{B}{2}}$$

Einsetzung hiervon in (3) ergibt:

$$\frac{Uo}{A} = \left(\frac{B}{2+B} - 1\right)Ud1 - \frac{BUd2}{1+\frac{B}{2}} - Ui \quad \text{oder}$$

$$-\frac{Uo}{A} = Ui + \frac{2}{2+B}Ud1 + \frac{B}{1+\frac{B}{2}}Ud2 \quad \text{oder}$$

$$-\frac{Uo}{A} = Ui + \frac{1}{1+\frac{B}{2}}Ud1 + \frac{2}{1+\frac{2}{B}}Ud2$$

Die beiden letzten Ausdrücke stellen die Driftspannungen dar, die der Driftspannung am Eingang äquivalent sind:

$$Ud = \frac{1}{1+\frac{B}{2}}Ud1 + \frac{2}{1+\frac{2}{B}}Ud2$$

Man sieht dass die Drift des Vorverstärkers um den Faktor $(1 + \frac{B}{2})$ reduziert ist. Andererseits hat man eine zusätzliche Drift durch den Regelverstärker, nämlich $\frac{2}{1+\frac{2}{B}}Ud2 \approx 2Ud2$. Die Drift des Regelverstärkers ist

wegen der hohen Gegenkopplung und da der Verstärker nur in einem schmalen Frequenzbereich zu arbeiten braucht, jedoch so gering, dass der Ausdruck $2Ud2$ vernachlässigt werden kann.

2.4.3. SERIEN- UND PARALLELGEGENKOPPLUNG

Die meisten Verstärkerstufen in den Oszilloskopen PM 3232 und PM 3233 besitzen eine Serien- und Parallelgegenkopplung. Ein typisches Beispiel eines derartigen Verstärkers ist in Abb. 2.20. zu sehen.

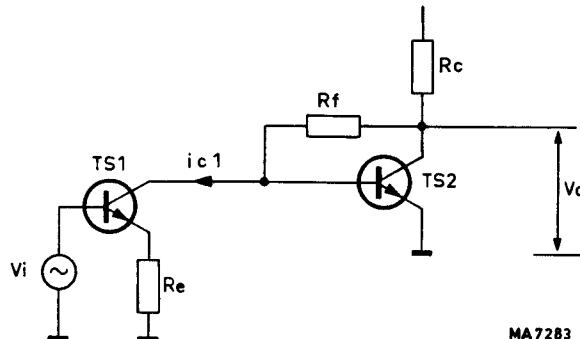


Abb. 2.20. Verstärker mit Serien- und Parallelgegenkopplung

Wenn man den Basisstrom von TS2 vernachlässigt, ist zu sehen, dass der Strom durch R_e auch durch R_f fließt.

Das Übertragungsverhältnis $\frac{i_c}{v_i}$ einer Verstärkerstufe mit Seriengegenkopplung beträgt etwa $\frac{1}{R_e}$.

Das Übertragungsverhältnis $\frac{v_o}{i_c}$ einer Verstärkerstufe mit Parallelgegenkopplung ist etwa R_f .

Deshalb ist die Spannungsverstärkung des ganzen Verstärkers $A_v = \frac{e_o}{e_i} \approx \frac{R_f}{R_e}$ angenähert und hängt nur von den passiven Elementen R_f und R_e ab.

2.4.4. DIE ZWEISTRÄHLRÖHRE

In den Oszilloskopen PM 3232 und PM 3233 wird eine Zweistrahlröhre verwendet, deren beide Elektronenstrahlen in einer gemeinsamen Elektronenkanone erzeugt, aber unabhängig voneinander abgelenkt werden können. Diese Anordnung ist als Spaltstrahlröhre (split-beam tube) bekannt.

Bei dieser Röhre laufen die beiden Strahlspuren absolut parallel, da sie an einem einzigen Punkt erzeugt und von einem gemeinsamen Horizontalverstärker abgelenkt werden. Weil die beiden Elektronenstrahlen in nur einer Kanone erzeugt werden, sind sie gegeneinander nur gering verzerrt.

Die Spaltstrahlröhre ist vor allem für die Darstellung von Signalen mit einer niedrigen Wiederholungsfrequenz und relativ hohen Ablenkgeschwindigkeiten geeignet, da sie gleichsam als eine Elektronenstrahlröhre betrachtet werden kann, die von einem Elektronenschalter mit unendlich hoher Schaltfrequenz gesteuert wird.

2.4.5. INBETRIEBNAHME EINES UNTERKÜHLTEN GERÄTES

In Abschnitt 1.2. "Technische Daten" steht, dass das Gerät nach einer Anwärmzeit von 5 Minuten und in einem Temperaturbereich von $+5^{\circ}\text{C}$ bis $+40^{\circ}\text{C}$ die garantierten Daten einhält.

Es gibt hierbei aber eine Ausnahme. Wenn man zum Beispiel den Oszilloskop nachts bei Temperaturen unter 0° im Auto lässt und dann am folgenden Morgen in einen Raum mit einer Temperatur von 25°C bringt, tritt an den einzelnen Bauelementen Kondensation auf.

Die hochohmigen Widerstände des Oszilloskops verlieren durch die Leckströme über die Kondensation ihre Eigenschaften, wodurch der Oszilloskop nicht mehr einwandfrei arbeitet. In diesem Fall ist etwa 2 Stunden zu warten, bis der Oszilloskop akklimatisiert und alle Kondensationsflüssigkeit verdampft ist.

2.5. Kurze Prüfanleitung

2.5.1. AUSGANGSSTELLUNG DER BEDIENUNGSORGANE

- Die Tasten Y_A SK4, + SK8 und BEAM SELECTOR A SK14 und B SK15 gedrückt.
- Schalter SK2 TIME/cm in Stellung 0,1 ms/cm.
- Schalter SK17 und SK18 AMPL in Stellung 0,1 V/cm.
- Schalter SK1 MAGN in x1.
- Potentiometer POSITION R1, R11 und R12 in ihre Mittelstellungen.
- Potentiometer INTENS R10 an den rechten Anschlag.
- Potentiometer TIME/cm und AMPL R2, R4 und R5 in Stellung CAL.

Sofern nicht anders angegeben, müssen die Bedienungsorgane sich immer in derselben Stellung wie bei der vorausgegangenen Prüfung befinden.

2.5.2. EINSTELLUNGEN DER ELEKTRONENSTRÄHLRÖHRE

- Mit den Potentiometern FOCUS (R9) und INTENS (R10) eine klare und gut sichtbare Linie einstellen.
- Die beiden Zeitablenklinien mit den Potentiometern POSITION (R1, R11 und R12) zentrieren.
- Prüfen, ob die Zeitablenklinie genau parallel zu den waagerechten Rasterlinien verläuft. Eine Korrektur ist mit Potentiometer R813 möglich (Abb. 2.21.).

2.5.3. Y-KANÄLE

Es wird die Prüfung von Kanal Y_A beschrieben, die für Y_B geltenden Werte stehen in Klammern.

- BEAM SELECTOR B SK15 (A SK14) lösen.
- Schalter AC-0-DC SK16 und SK19 in Stellung 0.
- Schalter AMPL SK17 (SK18) in Stellung 2 mV/cm.
- Prüfen, ob die Zeitbasislinie innerhalb 4 mm von der Schirmmitte bleibt. Korrektur mit Potentiometer DC BAL R6 (R7).
- Schalter AC-0-DC SK16 (SK19) in Stellung DC.
- Prüfen, ob die Zeitbasislinie nicht mehr als 4 mm springt. Korrektur mit Potentiometer R126 (R326), Abb. 2.23.
- Schalter AMPL SK17 (SK18) in Stellung 0,1 V/cm.
- Eine Rechteckspannung von $600 \text{ mV}_{ss} \pm 0,5 \%$, 2 kHz, an die Eingangsbuchse Y_A (Y_B) BU3 (BU5) anschliessen.
- Prüfen, ob die Höhe des Oszillogramms $6 \text{ cm} \pm 2 \%$ beträgt. Korrektur mit R111 (R311), Abb. 2.23.
- Eine Sinusspannung von $600 \text{ mV}_{ss} \pm 0,5 \%$, 10 MHz, an die Eingangsbuchse Y_A (Y_B) BU3 (BU5) anschliessen.
- Prüfen, ob die Höhe des Oszillogramms wenigstens 4,2 cm beträgt.

2.5.4. X VIA Y_A

- BEAM SELECTOR A SK14 und B SK15 drücken.
- Schalter TIME/cm SK2 in Stellung X via Y_A .
- Schalter AC-0-DC SK19 in Stellung 0.
- Eine Rechteckspannung von $600 \text{ mV}_{\text{ss}} \pm 0,5 \%$, 2 kHz, an Eingang Y_A BU3 anschliessen.
- Prüfen, ob die Breite des Oszillogramms $6 \text{ cm} \pm 3 \%$ beträgt.
Korrektur mit Potentiometer R601 (Abb. 2.22.).

2.5.5. ZEITABLENKUNG

- Den Zeitmassstab in Stellung $20 \mu\text{s}$ des Schalters TIME/cm SK2 mit Zeitmarken prüfen, Toleranz $\pm 5 \%$.
Korrektur mit Potentiometer R534 (Abb. 2.22.).
- Die übrigen Zeitmassstäbe prüfen, Toleranz $\pm 5 \%$.

2.5.6. TRIGGERUNG

- Eine Sinusspannung von $100 \text{ mV}_{\text{ss}}$, 10 MHz, an Eingang Y_A BU3 anschliessen.
- Prüfen, ob sich mit Hilfe von Potentiometer LEVEL R3 ein stillstehendes Bild einstellen lässt.

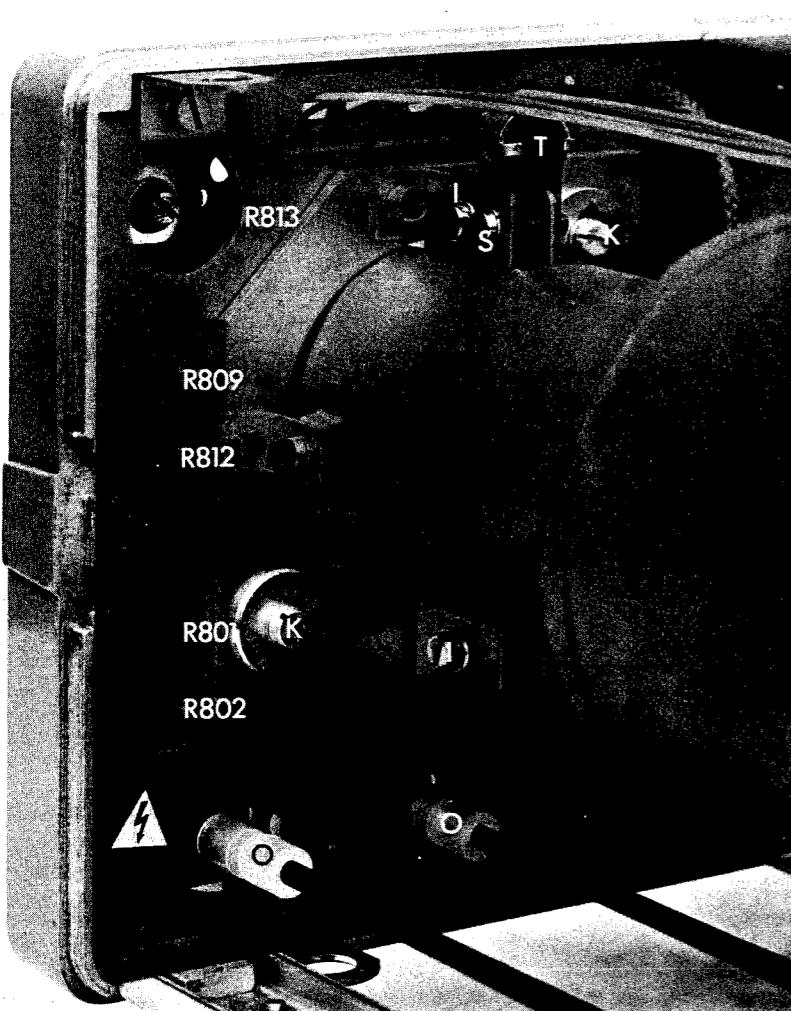


Abb. 2.21. Abgleichelemente

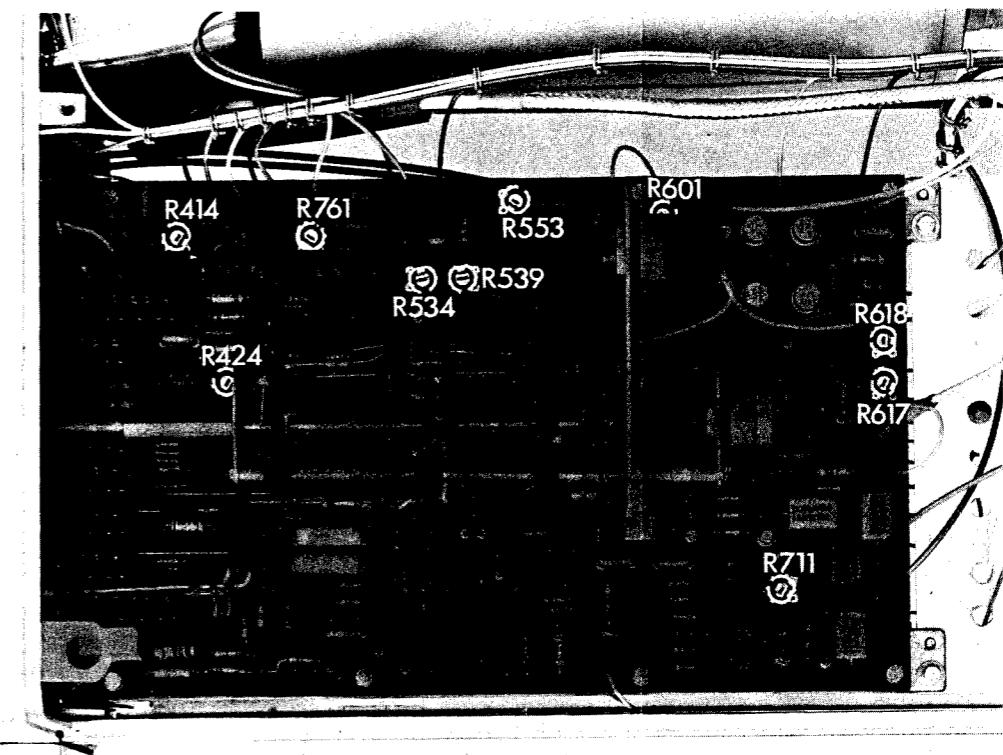


Abb. 2.22. Abgleichelemente

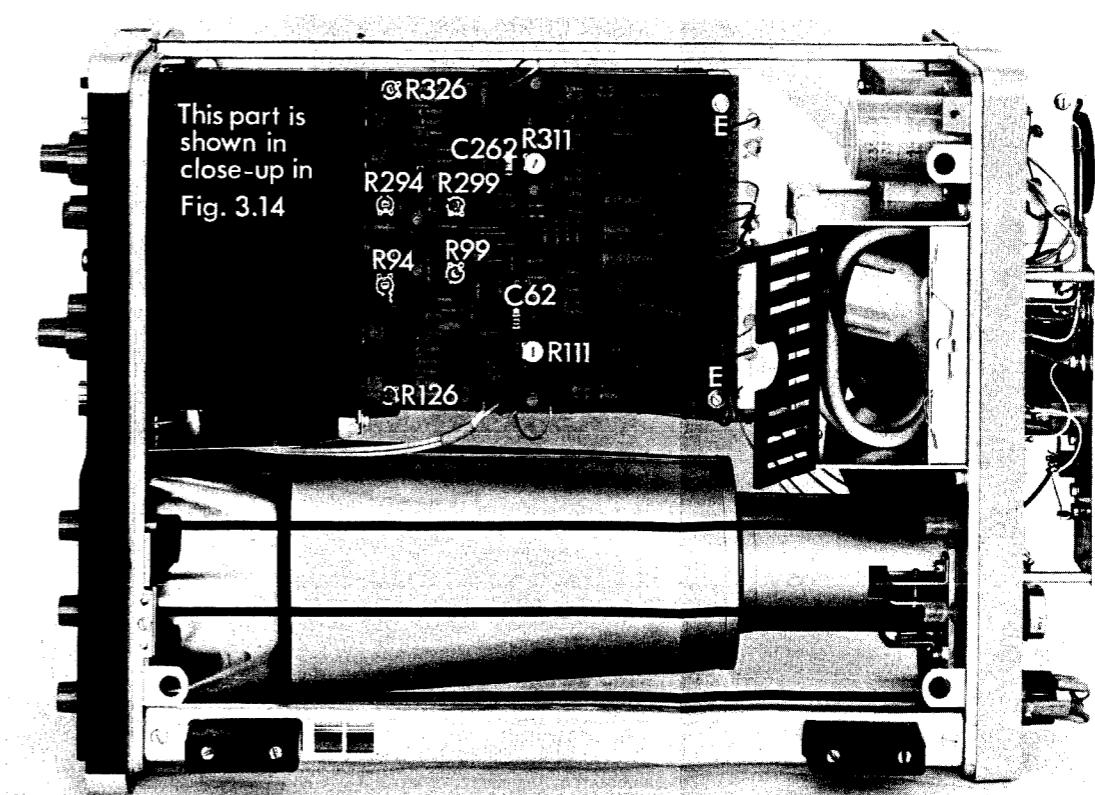


Abb. 2.23. Abgleichelemente (PM 3232)

Verkauf und Service über die ganze Welt

Argentina: Philips Argentina S.A., Cassila Correo 3479, Buenos Aires; tel. T.E. 70, 7741 al 7749

Australia: Philips Electrical Pty Ltd., Philips House, 69-79 Clarence Street, Box 2703 G.P.O., Sydney; tel. 2.0223

België/Belgique: M.B.L.E., Philips Bedrijfsapparatuur, 80 Rue des Deux Gares, Bruxelles; tel. 230000

Bolivia: Philips Sudamericana, Casilla 1609, La Paz; tel. 5270-5664

Brasil: S.A. Philips Do Brasil, Inbelsa Division; Avenida Paulista 2163; P.O. Box 8681, São Paulo S.P.; tel. 81-2161

Burundi: Philips S.A.R.L., Avenue de Grèce, B.P. 900, Bujumbura

Canada: Philips Electronic Industries Ltd., Electronic Equipment Division, Philips House, 116 Vanderhoof Avenue, Toronto 17 (Ontario); tel. 425-5161

Chile: Philips Chiléna S.A., Casilla 2687, Santiago de Chile; tel. 35081

Colombia: Industrias Philips de Colombia S.A., Calle 13 no. 51-03, Apartado Nacional 1505, Bogota; tel. 473640

Costa Rica: Philips de Costa Rica Ltd., Apartado Postal 4325, San José; tel. 210111

Danmark: Philips Elektronik Systemer A/S Afd. Industri & Forskning, Strandlodsvej 4 2300-København S; Tel (0127) AS 2222; telex 27045

Deutschland (Bundesrepublik): Philips Elektronik Industrie GmbH, Röntgenstrasse 22, Postfach 630111, 2 Hamburg 63; tel. 501031

Ecuador: Philips Ecuador S.A., Casilla 343, Quito; tel. 239080

Eire: Philips Electrical (Ireland) Ltd., Newstead, Clonskeagh, Dublin 14; tel. 976611

El Salvador: Philips de El Salvador, Apartado Postal 865, San Salvador; tel. 217441

España: Philips Ibérica S.A.E., Avenida de America, Apartado 2065, Madrid 17; tel. 2462200

Ethiopia: Philips Ethiopia (Priv. Ltd. Co.), P.O.B. 2565; Cunningham Street, Addis Abeba; tel. 48300

France: Philips Industrie, Division de la S.A. Philips Industrielle et Commerciale 105, Rue de Paris, 93 002 Bobigny; tel. 84527-09

Ghana: Philips (Ghana) Ltd., P.O.B. M 14, Accra; tel. 66019

Great Britain: Pye Unicam Ltd., York Street, Cambridge; tel. (0223) 58866

Guatemala: Compañía Comercial Philips de

Guatemala S.A., Apartado Postal 238, Guatemala City; tel. 64857

Hellas: Philips S.A. Hellénique, B.P. 153, Athens; tel. 230476

Hong Kong: Philips Hong Kong Ltd., P.O.B. 2108, St. George's Building, 21st floor, Hong Kong; tel. H-249246

India: Philips India Ltd., Shivsagar Estate, Block "A", Dr. Annie Besant Road, P.O.B. 6598, Worli, Bombay 18; tel. 370071

Indonesia: P. T. Philips Development Corporation, Djalan Proklamasi 33, P.O.B. 2287, Djakarta; tel. 51985-51986

Iran: Philips Iran Ltd., P.O.B. 1297, Teheran; tel. 48344-68344

Island: Heimilistaeki SF, Saetún 8, Reykjavik; tel. 24000

Islas Canarias: Philips Ibérica S.A.E., Triana 132, Las Palmas; Casilla 39-41, Santa Cruz de Tenerife

Italia: Philips S.p.A., Sezione PIT; Via Le Elvezia 2, 20052 Monza; tel. (039) 361-441; telex 35290

Kenya: Philips (Kenya) Ltd., P.O.B. 30554, Nairobi; tel. 29981

Malaysia: Electronic Supplies (Malaysia) Sdn Bhd. P.O. Box 332, Kuala Lumpur; tel. 564173

Mexico: Philips Comercial S.A. de C.V., Uruapan 7, Apdo 24-328, Mexico 7 D.F.; tel. 25-15-40

Nederland: Philips Nederland B.V., Boschdijk, Gebouw VB, Eindhoven; tel. 793333

Ned. Antillen: N.V. Philips Antillana, Postbus 523, Willemstad; tel. Curaçao 36222-35464

New Zealand: Philips Electronical Industries (N.Z.) Ltd., Professional and Industrial Division, 70-72 Kingsford Smith Street, P.O.B. 2097, Lyall Bay, Wellington; tel. 73-156

Nigeria: Philips (Nigeria) Ltd., Philips House, 6 Ijora Causeway, P.O.B. 1921, Lagos; tel. 45414/7

Nippon: Nihon Philips Corporation, P.O.B. 13, Trade Center, Tokyo 105; tel. (03) 435-5211

Norge: Norsk A.S. Philips, Postboks 5040, Oslo; tel. 463890

Österreich: Österreichische Philips Industrie GmbH, Abteilung Industrie Elektronik, Triesterstrasse 64, A-1101 Wien; tel. (0222) 645511/31

Pakistan: Philips Electrical Co. of Pakistan Ltd., EI-Markaz, M.A. Jinnah Road, P.O.B. 7101, Karachi; tel. 70071

Paraguay: Philips del Paraguay S.A., Casilla de Correo 605, Asuncion; tel. 8045-5536-6666

Perú: Philips Peruana S.A., Apartado Postal 1841, Lima; tel. 326070

Philippines: Electronic Development & Application Center, 2246 Pasong Tamo Street, P.O.B. 911, Makati Commercial Center, Makati Rizal D-708; tel. 889453 to 889456

Portugal: Philips Portuguesa S.A.R.L., Rua Joaquim Antonio d'Aquiar 66, Lisboa; tel. 683121/9

Republique du Zaire: Philips du Zaire S.C.R.L., 137, Boulevard du 30 Juin, B.P. 1798, Kinshasa

Rwanda: Philips Rwanda S.A.R.L., B.P. 449, Kigali

Schweiz-Suisse-Svizzera: Philips A.G., Binzstrasse 38, Postfach 8027, Zürich; tel. 051-442211

Singapore: Electronic Supplies (Singapore) Private Ltd. P.O. Box 4029, Singapore 21

South Africa: South African Philips (Pty) Ltd., P.O.B. 7703, 2, Herb Street, New Doornfontein, Johannesburg; tel. 24-0531

Suomi: Oy Philips Ab, Postboks 10255, Helsinki 10; tel. 10915

Sverige: Svenska A.B. Philips, Fack, Lidingövägen 50, Stockholm 27; tel. 08/635000

Taiwan: Yung Kang Trading Co. Ltd., San Min Building, 1st Floor, 57-1 Chung Shan N Road, 2 Section, P.O.B. 1467, Taipei; tel. 577281

Tanzania: Philips (Tanzania) Ltd., p/a P.O.B. 30554, Nairobi, Kenya

Thailand: Philips Thailand Ltd., 283, Silom Road, Bangkok; tel. 36980, 36984-9

Türkiye: Türk Philips Ticaret A.S., Posta Kutusu 504, İstanbul; tel. 453250

Uruguay: Philips de Uruguay, Avda Uruguay 1287, Montevideo; tel. 956 41-2-3-4

U.S.A.: Test and Measuring Instruments Inc.; 224 Duffy Avenue, Hicksville, L.I., N.Y. 11802; tel. (516) 433-8800; telex no. 510-221-1839

Venezuela: C.A. Philips Venezolana, Apartado Postal 1167, Caracas; tel. 360-511

Zambia: Philips Electrical Ltd., Professional Equipment Division, P.O.B. 553, Kitwe; tel. 2526/7/8; Lusaka P.O. Box 1878

730101

For countries not listed and for information on changes of address:

N.V. Philips

Test and Measuring Instruments Dip.1.
Eindhoven - Netherlands